

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Univerzitní studijní programy

Elektronický systém pro posuv oken u motorových vozidel

Electronic window lifters for automobiles

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Formánek**
Studijní program: B3943 Mechatronika
Studijní obor: 3906R007 Automobilová elektronika
Téma: **Elektronický systém pro posuv oken u motorových vozidel**
Electronic Windows Lifter for Automobiles

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte teoretickou rešerši využívaných řešení systémů pro ovládání posuvu oken u motorových vozidel.
2. Dle instrukcí vedoucího bakalářské práce se zaměřte na některý z moderních elektronických systémů pro posuv oken. Proveďte detailní rozbor funkčních vlastností a principů.
3. Proveďte návrh laboratorního modelu elektronického systému pro posuv oken.

Seznam doporučené odborné literatury:

VLK, F.: Elektronické systémy motorových vozidel 1, 2. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno 2002, ISBN 80-238-7282-6
VLK, F.: Elektrická zařízení motorových vozidel. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno 2005, ISBN 80-239-3718-9
ŠTĚRBA, P.: Elektrotechnika a elektronika automobilů. Computer press, Praha, 2004
ERJAVEC, J.: Automotive Technology: A Systems Approach, 4th Edition, USA 2004, Thomson Learning, 1401 str., ISBN 1-4018-4831-1
RIBBENS, B., W.: Understanding Automotive Electronics, Sixth Edition, USA 2003, Elsevier Science, 480 str., ISBN 0-7506-7599-3
BOSCH technické brožury, žluté sešity 1996-2009

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Noskiewicz, CSc.
prorektor pro studium



Prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petra Šimoníka, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Šimoníkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, připomínky a věnovaný čas při vypracování této práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá rozбором využívaných elektronických systémů posuvu skel v automobilech. První část představuje systémy posuvu skel jak jednoduché, tak moderní řízené elektronikou, dále jejich konstrukci a základní funkce. V druhé části je teoreticky analyzován moderní systém posuvu skel včetně všech funkcí. Třetí část je zaměřena na výrobu laboratorního modelu. Poslední část obsahuje ověření činnosti funkcí moderního systému měřením. Výsledky poslouží k vytvoření vzoru laboratorní úlohy.

Klíčová slova

Elektrická okna, Mechanismus posuvu skel, CAN-comfort,

Abstrakt

This Bachelor thesis deals with analysis of used systems of Electronic window lifters for automobiles. The first part presents systems of window lifters both simple and sophisticated modern systems controlled by electronics. The attention is also paid to the structure and basic functions of mentioned types of window lifters. In the second part the modern system of window lifters including all their functions is theoretically analyzed. The third part is focused on producing a laboratory model. The last part contains verification of functions of a modern window lifter system using measuring. Results of measuring are intended for creating a laboratory task.

Key words

Power windows, Window regulator, CAN-comfort,

Seznam použitých symbolů a zkratek

U_{CC} [V]	Napájecí napětí
CAN	Řídící oblastní síť (Controller Area Network)
BUS	Bitsériové univerzální rozhraní (Bitserielle Universelle Schnittstelle)
CAN-comfort	sběrnice CAN pro komfortní systémy
CAN-motor	sběrnice CAN pro hnací ústrojí a bezpečnostní systémy
CAN_H	kabel CAN vedení s dominantní úrovní v Hi
CAN_L	kabel CAN vedení s dominantní úrovní v Low
LIN	Místní propojovací síť (Local Interconnect Network)
PWM	Pulzní šířková modulace (Pulse Width Modulation)
ISP	Programování obvodu bez nutnosti jeho vyjmutí ze zařízení (In-System Programming)
K-line	vedení sloužící pro komunikaci dle normy EOBD
EOBD	Evropská palubní diagnostika (Euro On Board Diagnose)
ŘJ	Řídící jednotka
DPS	Deska plošných spojů
Active	Aktivní režim
Sleep	Režim spánku
Wait	Režim čekání
Soft-stop	Funkce omezení pohybu skla – měkký dojezd

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. SYSTÉMY POSUVU SKEL AUTOMOBILU	10
2.1 HISTORIE	10
2.2 MECHANICKÉ PROVEDENÍ SYSTÉMU SPOUŠTĚČE OKEN	10
2.2.1 Kloubový mechanismus.....	11
2.2.2 Mechanismus lanovodů	12
2.2.3 Mechanismus tuhého kabelu.....	13
2.3 POHON STAHOVÁNÍ SKLA	14
2.3.1 Stejnosměrný elektromotor	14
2.3.2 Ovládací spínače	15
2.3.3 Kabelový svazek	15
2.4 JEDNODUCHÝ SYSTÉM ELEKTRICKÉHO OVLÁDÁNÍ.....	15
2.5 MODERNÍ SYSTÉM ELEKTRICKÉHO OVLÁDÁNÍ.....	17
2.5.1 Řídící elektronika elektromotoru	17
3. MODERNÍ SYSTÉM POSUVU SKEL	21
3.1 POSUV SKEL JAKO SOUČÁST KOMFORTNÍ ELEKTRONIKY	21
3.2 KOMUNIKACE	22
3.3 ELEKTRICKÝ SYSTÉM POSUVU SKEL.....	25
3.3.1 Ovládací místa	25
3.3.2 Funkce.....	26
3.3.3 Inicializace	26
3.3.4 Komfortní zavírání a otevírání.....	27
3.3.5 Pojistka proti sevření	27
3.3.6 Překonání těžkého chodu	27
3.3.7 Termopojistka	28
3.3.8 Soft-stop spodní	28
3.3.9 Soft-stop horní	28
3.3.10 Nouzový režim.....	28
3.4 SLEEP MÓD.....	29
3.5 MECHANICKÉ DÍLY A ELEKTROMOTOR S DVEŘNÍ ŘJ.....	30
4. LABORATORNÍ MODEL	32
4.1 KONSTRUKCE STOJANŮ	32
4.2 PŘIPOJOVACÍ TERMINÁL	34
4.3 VYVEDENÍ SIGNÁLU HALLOVA SNÍMAČE	34
4.4 SESTAVENÍ MODELU	35

5. MĚŘENÍ NA MODELU.....	36
5.1 PŘIPOJENÍ MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ A NAPÁJECÍHO ZDROJE	36
5.2 POČET PULZŮ PŘI POHYBU SKLA Z JEDNÉ KRAJNÍ POLOHY DO DRUHÉ	37
5.2 MĚŘENÍ PŘI SPOUŠTĚNÍ SKLA	37
5.3 MĚŘENÍ PŘI ZVEDÁNÍ SKLA.....	39
5.4 PRVNÍ SPUŠTĚNÍ SKLA – BEZ FUNKCE SOFT-STOP	41
5.5 AKTIVACE BEZPEČNOSTNÍ POJISTKY PROTI SKŘÍPNUTÍ	43
6. ZÁVĚR.....	45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	46
SEZNAM PŘÍLOH.....	47

1. Úvod

V dnešní době se projevuje trend výrobců automobilů uplatňovat moderní zařízení a technologie právě k zabezpečení komfortního cestování posádky automobilu. Jedná se nejen o nabídku nadstandardních funkcí, ale i vývoj modernějších a spolehlivějších systémů. Mezi tyto systémy bezesporu patří i systémy posuvu oken vozidla. Tento systém se skládá z moderní konstrukce kombinující důmyslné pohybové mechanismy s vyspělou řídicí elektronikou. Celý takto navržený systém je příkladem mechatronického systému.

Cílem této bakalářské práce je představit systémy pro posuv oken v automobilech. Jak jsem již zmínil na předcházejících řádcích, jedná se o mechatronické systémy. Mechatronika je mezioborová věda kombinující strojní, elektronické a softwarové inženýrství aplikované v přístupu řešení takovýchto systémů. Model posuvu oken ve dveřích automobilu, jehož výroba je součástí mé bakalářské práce, je názorným příkladem aplikace mechatronického systému. Tento model bude detailně popsán a bude sloužit nejen jako ukázka funkčnosti mechatronického systému, ale také jako učební pomůcka pro studenty.

2. Systémy posuvu skel automobilu

2.1 Historie

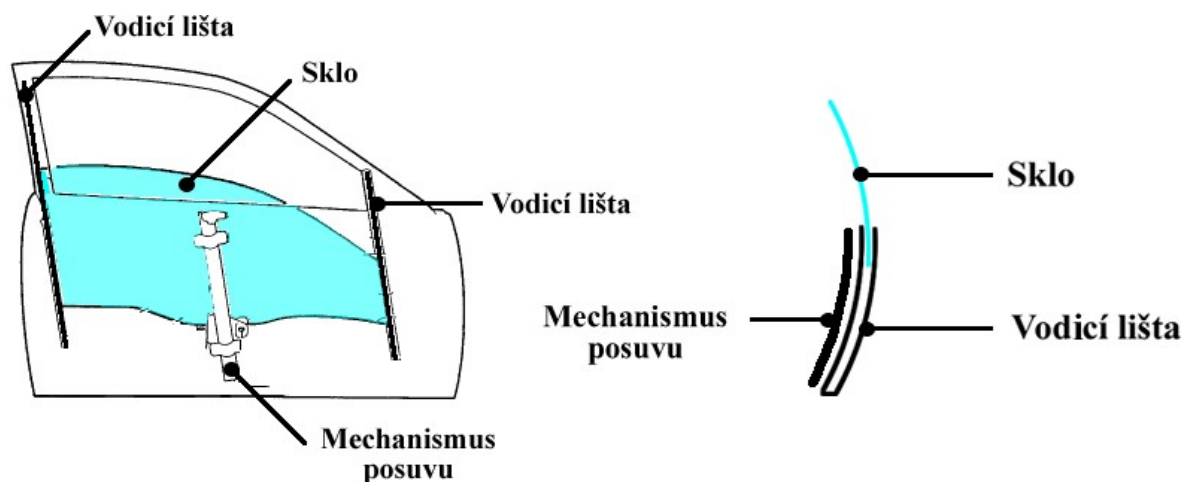
Komfortní cestování provázelo automobil již od začátků jeho vývoje. I nejstarší vozidla byla vybavena komfortními sedáky, které zpříjemňovaly posádce cestování vozidlem. Když začali výrobci svá vozidla kapotovat, aby ochránili posádku před povětrnostními vlivy, používali pro zakrytí bočních stěn kabiny dveře, které se skládaly z výplní plechových a z výplní skleněných neboli oken. Tato okna byla zprvu pevně spojena s dveřmi, avšak požadavky uživatelů přiměly výrobce k tomu, aby konstruovali tyto okna posuvná. Bylo zřejmé, že výrobci budou chtít nabídnout svým zákazníkům komfortnější vozidlo než konkurence. Proto pro posuv těchto oken neměla sloužit síla vyvinutá uživatelem (cestujícím), ale strojem, který bude řízen ovládacím prvkem, tj. ovladačem za použití minimálního úsilí.

První, kdo představil posuvná okna poháněná k tomu určeným zařízením, byla americká automobilka Packard. Systém byl představen roku 1940 ve vozidle typového označení 180. Jednalo se o elektro-hydraulický systém. V následujících letech, ještě před druhou světovou válkou, uvedlo do výroby posuvná okna více firem, jako například Ford Motor Company nebo Cadillac, který již používal pouze elektrický systém. Po druhé světové válce již bylo vybavování vozidel posuvnými okny ovládanými ovladači standardní či příplatkovou výbavou mnoha výrobců automobilu. [3]

Ovladače používané k ovládání posuvu oken jsou umístovány na dosah řidiče, a to buď do řidičových dveří, nebo do předního A-sloupku. Některé automobilky jako například Saab nebo Holden, umísťují ovladače oken do středového panelu, kde jsou na dosah všem cestujícím. V tomto případě nebývají ovladače umístěny ve dveřích řidiče.

2.2 Mechanické provedení systému spouštěče oken

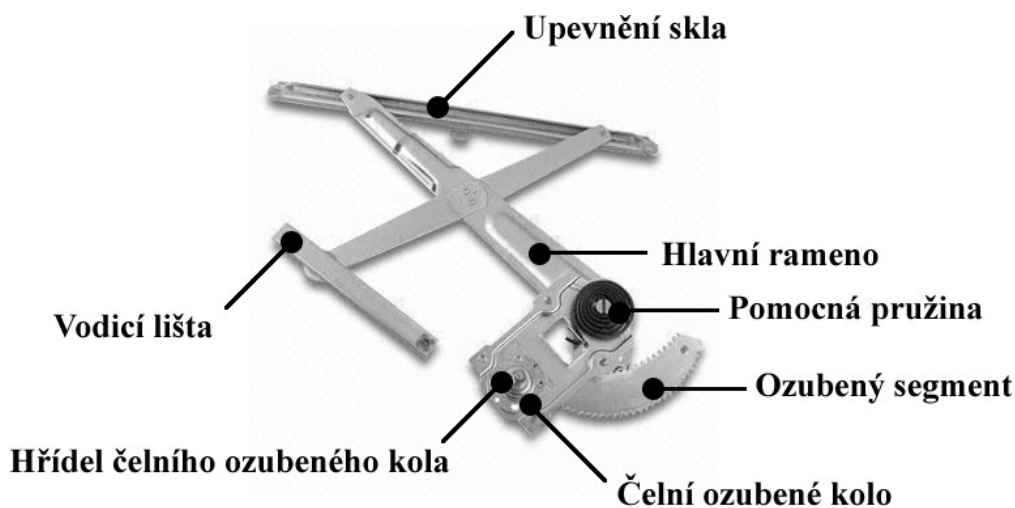
Spouštění a vysouvání skel probíhá na principu paralelogramu. Sklo je upevněno na spodní hraně ve dvou místech a je vedeno ve vodící liště a v těsnících drážkách dveří. Protože je sklo prostorově tvarováno, musejí být vodící a těsnící lišty tvarovány do tvaru skla, aby umožnily posuv skla po tvarové křivce. Tento tvar je znázorněn na obr. 1. Pro posuv skel se využívají tři mechanismy posuvu. [2]



Obr. 1. Prostorově tvarované sklo

2.2.1 Kloubový mechanismus

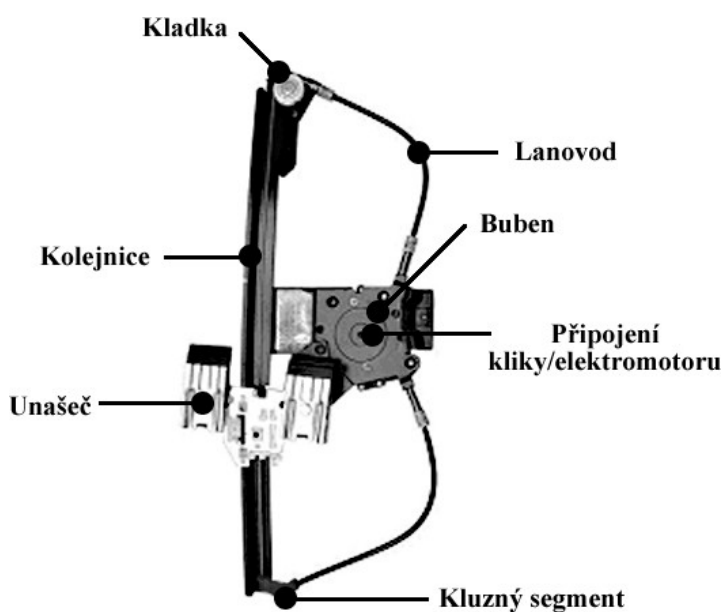
Sklo je spojeno pomocí kloubového (nůžkového) mechanismu s pohonem. Součástí hlavního ramene kloubového mechanismu je ozubený segment, do kterého zabírá čelní ozubené kolo poháněné buď ručně, nebo elektromotorem. Otáčením tohoto čelního kola dochází k pootáčení ozubeného segmentu spolu s hlavním ramenem mechanismu a tím zvedáním skla. Druhé rameno mechanismu slouží k vedení v kolejnici a k přenosu hmotnosti skla na vodící kolejnici. V některých případech k odlehčení přispívá i plochá pomocná pružina. Takovýto kloubový mechanismus je na obr. 2.



Obr. 2. Kloubový mechanismus [4]

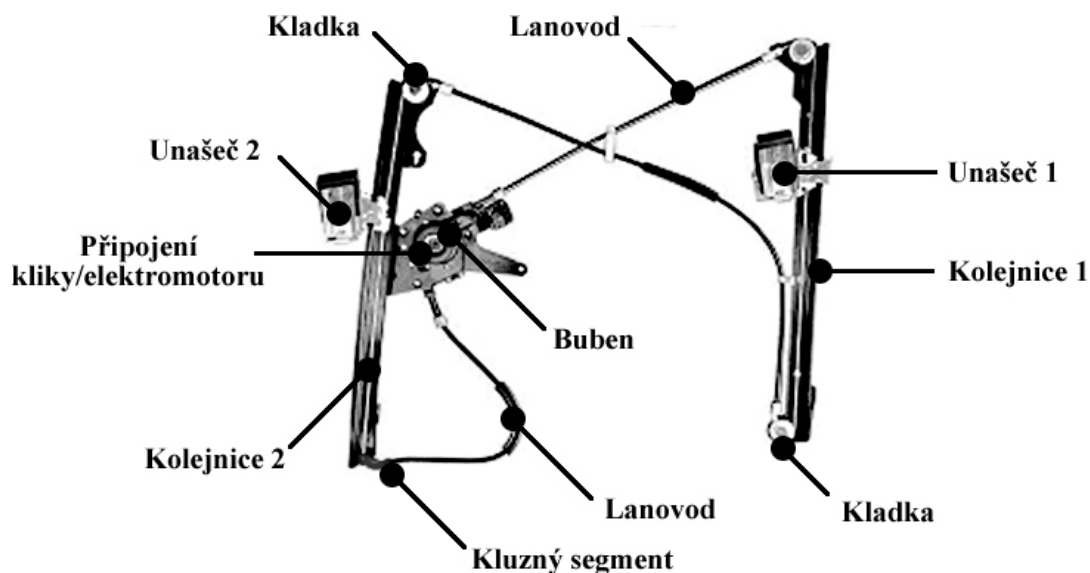
2.2.2 Mechanismus lanovodů

Sklo je připevněno v uložení, které je spojeno pomocí unašečů s jednou nebo dvěma vodícími kolejnicemi. V těchto kolejnicích jsou unašeče spojeny s lanem. V případě jedné kolejnice je lano od unašeče vedeno lanovodem k bubnu pohonu, kde je navinuto v několika smyčkách, a dále vedeno lanovody zpět k unašeči. Při spouštění se otáčením bubnu posouvá lano lanovodem k horní kladce přes kterou je vedeno k unašeči. Ten se v kolejnici posouvá dolů. Odtud je lano vedeno přes spodní kluzný segment a lanovod zpět k bubnu pohonu. Při zvedání skla se lano v lanovodech posouvá v opačném směru než při spouštění. Unašeč se tedy v kolejnici pohybuje nahoru, a tím zvedá sklo. Konstrukci mechanismu s jednou kolejnicí vidíme na obr. 3.



Obr. 3 Lanovodový mechanizmus s jednou kolejnicí [4]

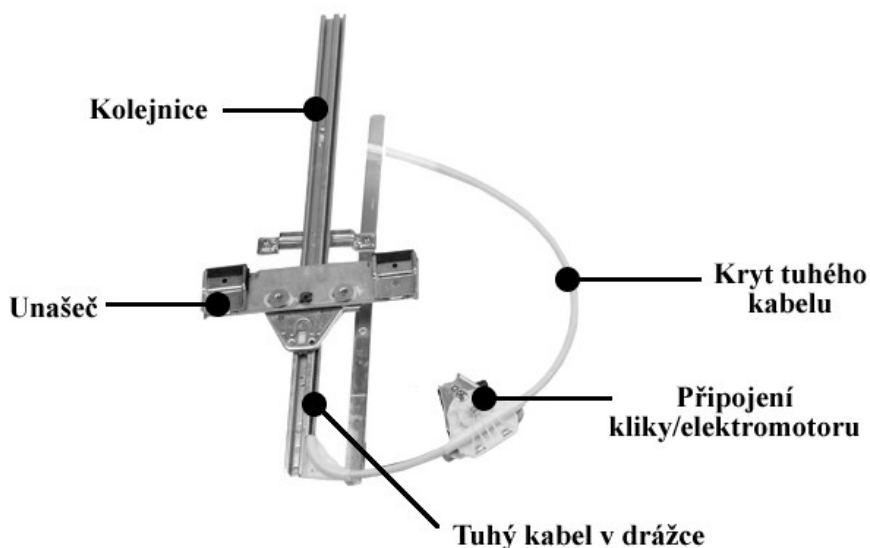
V případě použití dvou kolejnic a dvou unašečů je lano vedeno od pohonu přes horní kladku do první kolejnice, kde je na ní upevněn první unašeč. Odtud je lano vedeno přes dolní kladku lanovodem k horní kladce na druhé kolejnici. V druhé kolejnici je na lano připevněn druhý unašeč. Z druhé kolejnice je lano přes spodní kladku a lanovod vedeno zpět k bubnu pohonu. Při procesu spouštění se lano odvíjí z bubnu a je vedeno lanovodem k horní kladce první kolejnice. V této kolejnici je lano spojeno s prvním unašečem, který se pohybuje dolů. Odtud lano prochází přes spodní kladku, lanovod a horní kladku druhé kolejnice k druhému unašeči ve druhé kolejnici. Tento unašeč se opět pohybuje s lanem směrem dolů. Od unašeče je lano vedeno přes kluzný segment zpět na buben pohonu, kde je navíjeno. Proces zvedání skla je opačný procesu spouštění. Mechanismus lanovodů se dvěma kolejnicemi vidíme na obr. 4.



Obr. 4 Lanovodový mechanismus se dvěma kolejnicemi [4]

2.2.3 Mechanismus tuhého kabelu

U tohoto systému slouží ke spojení skla s pohonem tuhý ozubený kabel. Ten je na jedné straně spojen s unašečem v kolejnici. Posuv je prováděn pomocí ozubeného kola, které zabírá do ozubené části tuhého kabelu. Kabel je namáhán na tlak i na tah. Namáhání na tlak nastává při zvedání skla. Naopak namáhání na tah při spouštění skla, kdy je potřeba sklo uvolnit z těsnících drážek. Mechanismus spouštěče skel s ozubeným tuhým kabelem je na obr. 5.



Obr. 5 Mechanismus tuhého kabelu [4]

2.3 Pohon stahování skla

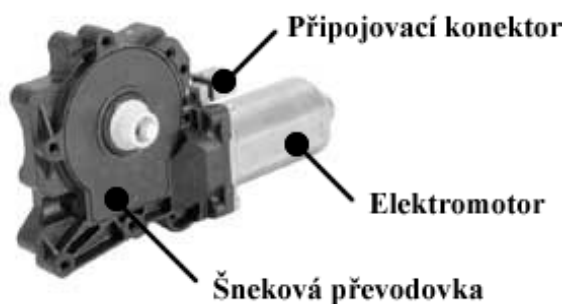
Posuv skel v dnešních vozidlech je zajišťován dvěma způsoby. Standardním způsobem posuvu skel je ovládání ruční, pomocí klíčky umístěné na dveřích. Stále více se však využívá posuvu skel ovládaného elektricky, a to zejména u vozidel vyšší třídy či u vozidel s nadstandardní příplatkovou výbavou. [1]

Elektrickým ovládáním rozumíme systém elektrických spínačů, kabelových svazků a elektromotorů sloužících k posuvu oken v automobilu. Tento systém je napájen elektrickou energií z palubní sítě vozidla. Základní a jednodušší systémy byly vybaveny pouze spínači a elektromotory. Novější a sofistikovanější systémy jsou již vybaveny řídicí elektronikou. Řídicí elektronická část může být sloučena v jedné centrální řídicí jednotce, nebo z důvodů minimalizace kabelové náročnosti decentralizována a integrována přímo do motorů spouštěčů. Takový decentralizovaný systém využívá vícenásobného využití vedení, tj. nasazení multiplexových systémů. Jedny z takových přenosových systémů jsou systémy datové směrnice CAN nebo jednodušší LIN.

2.3.1 Stejnosměrný elektromotor

Pro pohon posuvu skel se v dnešní době využívají stejnosměrné elektromotory. Jedná se o cize buzené sériové motory. Cizí buzení je vytvořeno permanentním magnetem tvořícím stator elektromotoru. Elektromotor je napájen stejnosměrným napětím z palubní sítě vozidla. Jejich provoz je ovládán spínači a umožňuje změnu směru otáčení elektromotoru změnou polarity napájecího napětí.

Součástí elektromotoru je i redukční převodovka. Tato převodovka je šneková. Její výhodou je samosvornost převodu, jež je přínosem k zabezpečení samovolného, úmyslného nebo nechtěného spuštění okna. Převodovka má převodový poměr do pomala, čímž sníží otáčky výstupního kola a zvýší jeho točivý moment.



Obr. 6 Stejnosměrný sériový elektromotor pohonu posuvu skel [4]

2.3.2 Ovládací spínače

Jedná se o kolébkové, tlačítkové nebo pákové spínače. Umožňují ovládání posuvu skla směrem dolů nebo nahoru.

U jednoduchých systémů se změna posuvu provádí záměnou polaritu napájecího napětí. Veškerý ovládací proud protéká přes spínač, proto musí být tyto spínače vhodně přizpůsobené proudovým nárokům.

Vyspělé moderní systémy vybavené řídicí elektronikou snímají směr a délku stisku spínače a na jejich základě vyhodnotí způsob spuštění okna. Spínač je pouze ovládací prvek a ovládací proud je řízen elektronikou přímo na elektromotoru. Spínače v těchto aplikacích jsou proto konstrukčně jednodušší a menší než v předchozím případě.

Součástí tělesa ovládacích spínačů pro ovládání všech oken bývá pojistka pro odpojení ovládání zadních oken. Touto pojistkou může řidič zabránit nechtěnému otvírání zadních oken například dětmi.

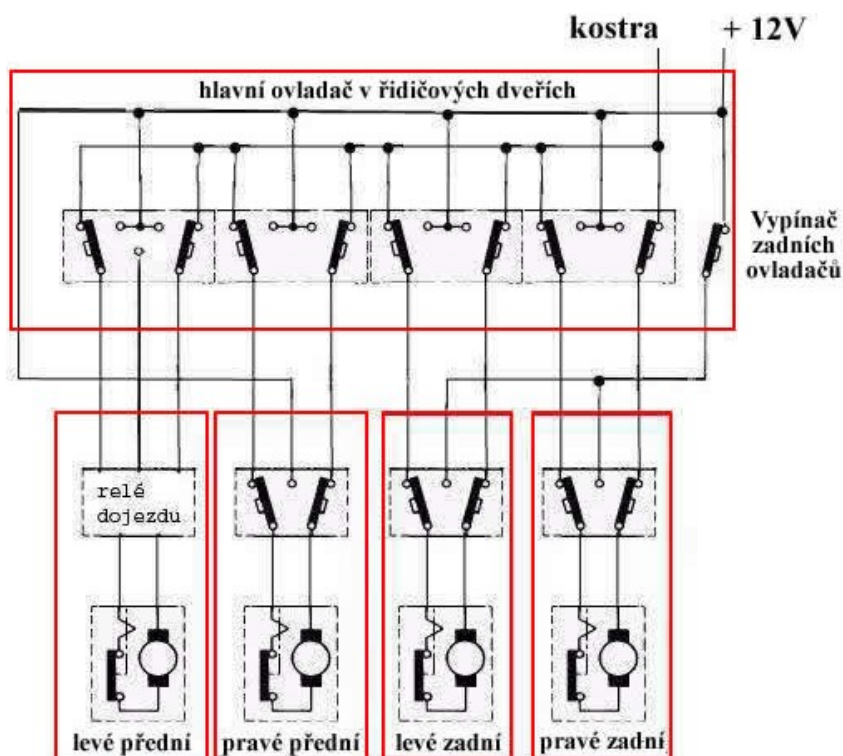
2.3.3 Kabelový svazek

Kabelovým svazkem rozumíme propojení všech dveří obsahující elektrický posuv skel. U jednoduchých systémů je kabelový svazek tvořen vodiči propojujícími napájení ovládací spínače a elektromotory. Tyto vodiče musí být navrženy pro průchod napájecích proudů elektromotorů.

Moderní systémy s řídicí elektronikou mají kabelové svazky jednodušší. To je dáno použitím komunikační sběrnice, která přenáší informaci o požadavku na posuv skla. V takovém svazku je poté použit vodič napájení, který je navržen na průchody ovládacích proudů. V tomto případě je použit pouze jeden silový vodič pro všechny spouštěče. Kabely pro přenos informací jsou poté výrazně slabší. Tím jsou uspořeny náklady na použití silných vodičů.

2.4 Jednoduchý systém elektrického ovládání

Základním provedením elektrického ovládání posuvu skel je jednoduchý systém složený z ovládacích spínačů, elektromotorů a kabelového svazku. Tento systém je univerzální a je možné jej aplikovat ve většině vozidel. Příklad zapojení jednoduchého systému ovládání posuvu skel je na obr. 7.



Obr. 7 Schéma zapojení jednoduchého systému elektrického ovládání posuvu skel

Systém se skládá z hlavního ovladače se spínači v řidičových dveřích, spínačů umístěných v dalších dveřích (spolujezdce a obou zadních), elektromotorů v každých dveřích, kabeláže zajišťující napájení a ovládání elektromotorů.

Pomocí hlavního ovladače v řidičových dveřích je možné ovládat posuv všech skel a vypnout napájení ovládání zadních skel vypínačem zadních ovladačů. Pomocí ovladačů umístěných v ostatních dveřích lze ovládat posuv pouze jednoho okna, ke kterému ovladač náleží.

Použité elektromotory jsou sériové stejnosměrné mající integrovanou ochranu proti přetížení. Ve většině případů je u jednoduchých systémů ochrana řešena tepelnou pojistkou, která při dosažení dané teploty průchodem proudu do elektromotoru rozpojí jeho napájení, a tím zabrání poškození elektromotoru. Tato ochrana zajistí odpojení napájení při dojezdu okna do koncové polohy nebo při sevření předmětu v dráze okna.

Tyto jednoduché systémy byly dříve nejrozšířenějším způsobem ovládání posuvu skel. V dnešní době vyspělé elektroniky jsou již jednoduché systémy překonány a výrobci dávají přednost použití moderních systémů elektronického ovládání. Tento jednoduchý systém ovládání posuvu skel je však díky své jednoduchosti stále využíván při přestavbě z manuálního na elektrický posuv skel. V tomto případě je jeho jednoduchost přínosem, obzvláště pro malou náročnost přizpůsobování palubní sítě vozidla.

2.5 Moderní systém elektrického ovládání

Moderní systémy posuvu skel v automobilu konstrukčně vycházejí z jednoduchých systémů. Shodné jsou především mechanismy posuvu, elektromotory a ovládací prvky (spínače). Na rozdíl od jednoduchých systémů jsou navíc vybaveny řídicí elektronikou, která nejen že zajišťuje standardní funkce posuvu skel, ale také umožňuje komfortní a bezpečnostní funkce, jako například automatické zavření oken při zamknutí, dálkové ovládání posuvu skel, zabránění sevření předmětu v dráze skla, aj.

Systémy posuvu skel v automobilech jsou v dnešní době součástí komfortní elektroniky vozidla. To zajišťuje propojení systémů elektrického ovládání posuvu skel, centrálního zamykání s rádiovým ovládáním, automatické klimatizace, elektrického nastavování zpětných zrcátek, vyhřívání zrcátek, ovládání výklopného střešního okna, sledování a odpojování vnitřního osvětlení. Veškeré tyto zařízení komunikují s řídicí jednotkou komfortu, která zajišťuje sladění jejich funkcí.

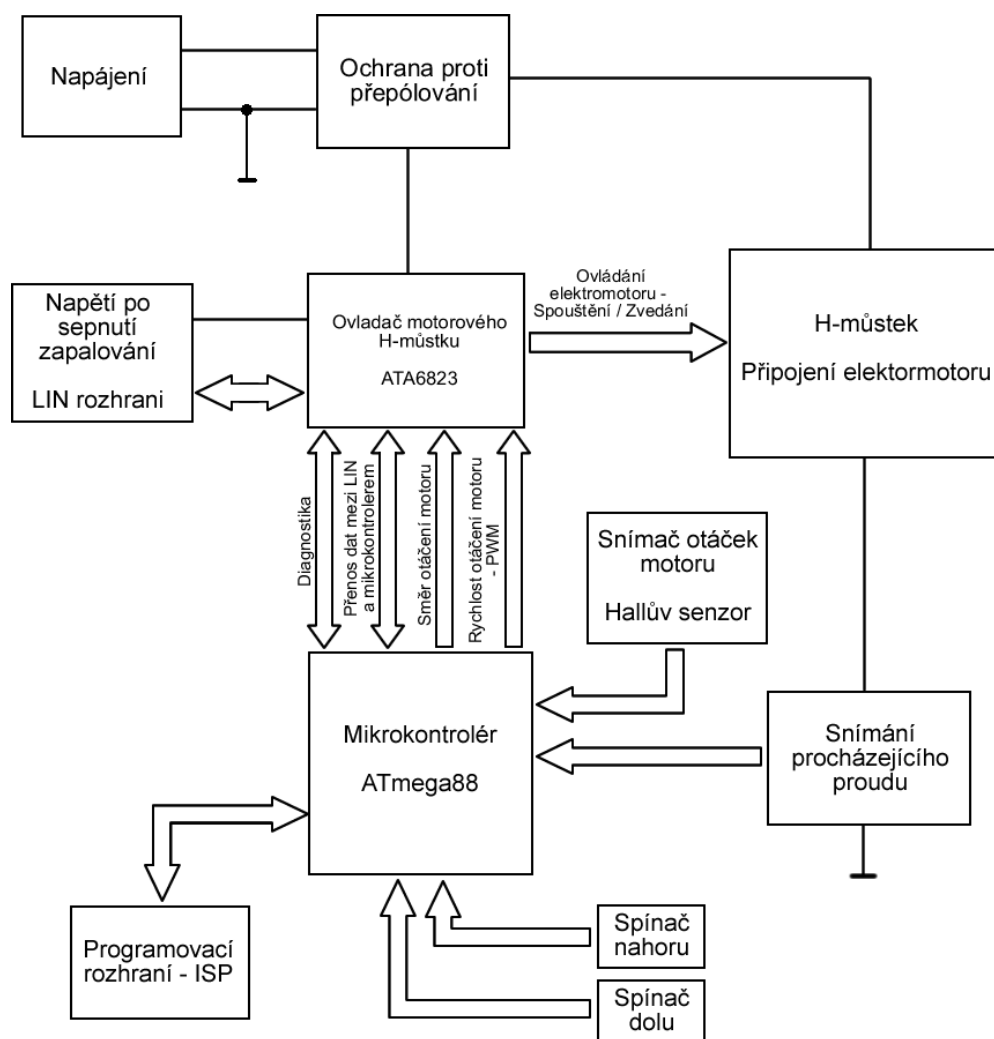
2.5.1 Řídicí elektronika elektromotoru

Řídicí elektronika slouží k ovládání elektromotoru a ke komunikaci s řídicí jednotkou. Základem je použití mikroprocesoru jako řídicího členu. Dále se zde nachází napájecí obvody zajišťující nejen napájení procesoru, ale také filtraci a stabilizaci napájení elektromotoru. Řídicí elektronika je vybavena „transrecivery“ zajišťující komunikaci po komunikačním rozhraní. Transreciver je kombinované zařízení pro vysílání i přijímání komunikace. Většinou se jedná o komunikaci po datové sběrnici LIN nebo CAN.

LIN je jednoduchou jednovodičovou sběrnici na bázi klasické sériové asynchronní komunikace RS-232 vhodnou pro přímou komunikaci a přenos dat mezi řídicí jednotkou a aktuátorem (například v podobě elektromotoru). [8]

Příklad takového řídicího systému si předvedeme na sériově vyráběném ovladači pohonu elektromotoru vyráběného firmou ATMEL. Na blokovém schématu na obr. 8 je popsáno elektronické řízení pohonu elektromotoru spouštění skel. Jádrem systému je ovladač motorového H-můstku ATA6823 řízený mikrokontrolérem ATmega88. [5]

Ovladač H-můstku zajišťuje kromě řízení H-můstku také připojení ke komunikačnímu rozhraní LIN-bus, dále komunikaci mikrokontroléru se sběrnici LIN-bus a jeho napájení. Ovladač také umožňuje přejít z aktivního stavu do stavu spánku a naopak. Základní stav po připojení napětí je aktivní. Stav spánku byl vytvořen pro snížení napájecího proudu odpojením částí integrovaného obvodu. Od napájení nejsou odpojeny všechny obvody. Aktivní zůstávají obvody vnitřního regulátoru napětí 5 V, blok části LIN přijímače a detektory aktivního pinu potřebného pro přechod z režimu spánku do aktivního režimu. Přejít z režimu spánku do aktivního režimu je zajištěn buď přivedením napětí baterie na aktivní pin, nebo pomocí impulsu po komunikačním rozhraní LIN. [5]



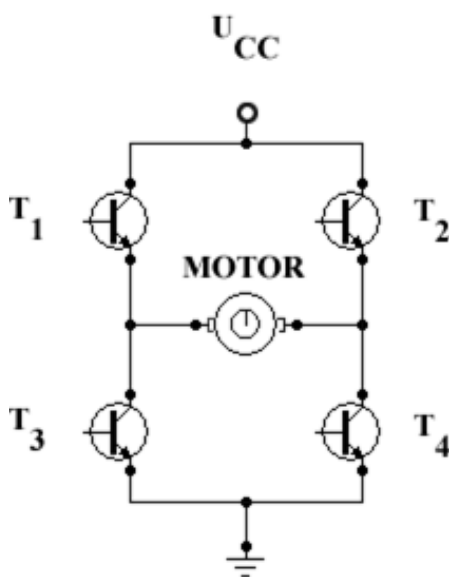
Obr. 8 Blokové schéma řídicí elektroniky elektromotoru pro posuv skel automobilu firmy Atmel

Mikrokontrolér slouží ke zpracování informací od spínačů požadovaného pohybu skla, Hallova snímače otáček elektromotoru a snímače procházejícího proudu elektromotorem. Dalším vstupem mikrokontroléru je programovací rozhraní ISP. [5]

Snímač otáček elektromotoru je řešen pomocí Hallova senzoru, který je napájen z ovladače H-můstku. Pomocí tohoto senzoru mikrokontrolér sleduje aktuální polohu skla a jeho koncové polohy. Na hřídeli elektromotoru je proužek permanentních magnetů, pomocí nichž Hallův senzor změnou magnetických poměrů měří otáčky hřídele. Při prvním spuštění okna proběhne tzv. inicializace polohy skla. Mikrokontrolér určí počet otáček elektromotoru při posuvu skla po celé jeho dráze. Poté je schopný určit přesnou polohu skla porovnáním aktuálního počtu otáček s maximálním počtem otáček.

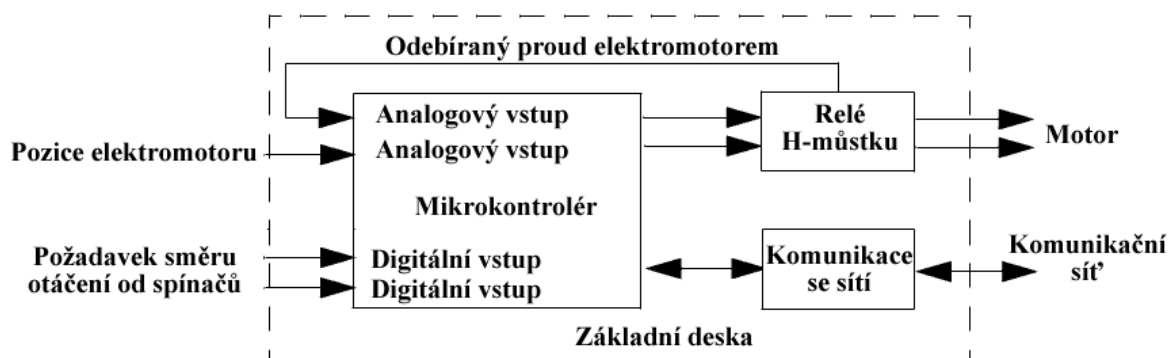
Velikost procházejícího proudu elektromotorem je snímána na měřicím rezistoru ($10\text{M}\Omega$). Informace o velikosti procházejícího proudu je směrodatná při vyhodnocování sevření překážky při posuvu skla. Ovládání a odpojování elektromotoru je prováděno mikrokontrolérem. [5]

H-můstek je zapojení čtyř tranzistorů sloužících k řízenému spínání napětí na elektromotoru. Principiální zapojení H-můstku je na obr. 9. Tranzistory se spínají ve dvojicích tak, že vždy při sepnutí dvou tranzistorů umístěných křížem (T1 a T4) umožní otáčení motoru jedním směrem a sepnutí druhých dvou tranzistorů (T2 a T3) otáčení druhým směrem.



Obr. 9 Zapojení H-můstku s tranzistory

Další firmou nabízející řídicí elektroniku posuvu oken je MICROCHIP. Jedná se o kompletní elektronickou jednotku složenou z mikrokontroléru, bloku komunikace pomocí LIN a reléového H-můstku. Blokové schéma této jednotky je na obr. 10. [6]



Obr. 10 Blokové schéma řídicí elektroniky elektromotoru pro posuv skel automobilu firmy MICROCHIP

Jak můžeme na blokovém schématu vidět, systém pracuje na stejném principu jako výše popisovaný systém od společnosti Atmel. Odebíraný proud je měřen pomocí měřícího rezistoru. Pozice motoru je měřena Hallovým snímačem umístěným v elektromotoru. Rozdílem je však to, že mikrokontrolér přímo řídí tranzistory, které ovládají H-můstek, a proto zde není použit ovladač H-můstku. V zapojení jsou použita přepínací relé zapojená do H-můstku.[6]

Zde jsou uvedeny dva příklady řídicí elektroniky používané pro řízení elektromotorů posuvu skel v automobilech. Ve světě je mnoho dalších výrobců elektronických systémů, jejichž výrobky pracují na podobném principu jako výše popsané systémy. Mezi nimi mohu uvést alespoň nejznámější Freescale nebo Brose.

3. Moderní systém posuvu skel

Tato kapitola se zabývá popisem moderního posuvu skel vozidla Volkswagen Passat typového označení B5 vyráběného v letech 1996 – 2000. Ve vozidle je použit decentralizovaný systém. Každé dveře vozidla jsou vybaveny vlastní dveřní řídící jednotkou, která obstarává funkci všech zařízení nacházejících se v konkrétních dveřích automobilu. Tyto dveřní jednotky komunikují po datové sběrnici CAN s centrální řídící jednotkou komfortního systému.

Při použití jednoduchého systému by musela být řídící jednotka centrálního zamykání umístěna za přístrojovým panelem. Motory spouštěčů oken a motorky pro nastavování zrcátek by byly přímo ovládány příslušným spínačem. Hlášení o stavu by se provádělo přes kontaktní dveřní spínač zvláštními vedeními. Motor centrálního zamykání by se ovládal také přes zvláštní vedení. To by znamenalo, že by ze dveří řidiče muselo do vozidla vést mnoho různých vedení. Jsou-li však dveřní řídící jednotky použity se systémem CAN-Bus, sníží se potřebný počet vedení na pět. [7]

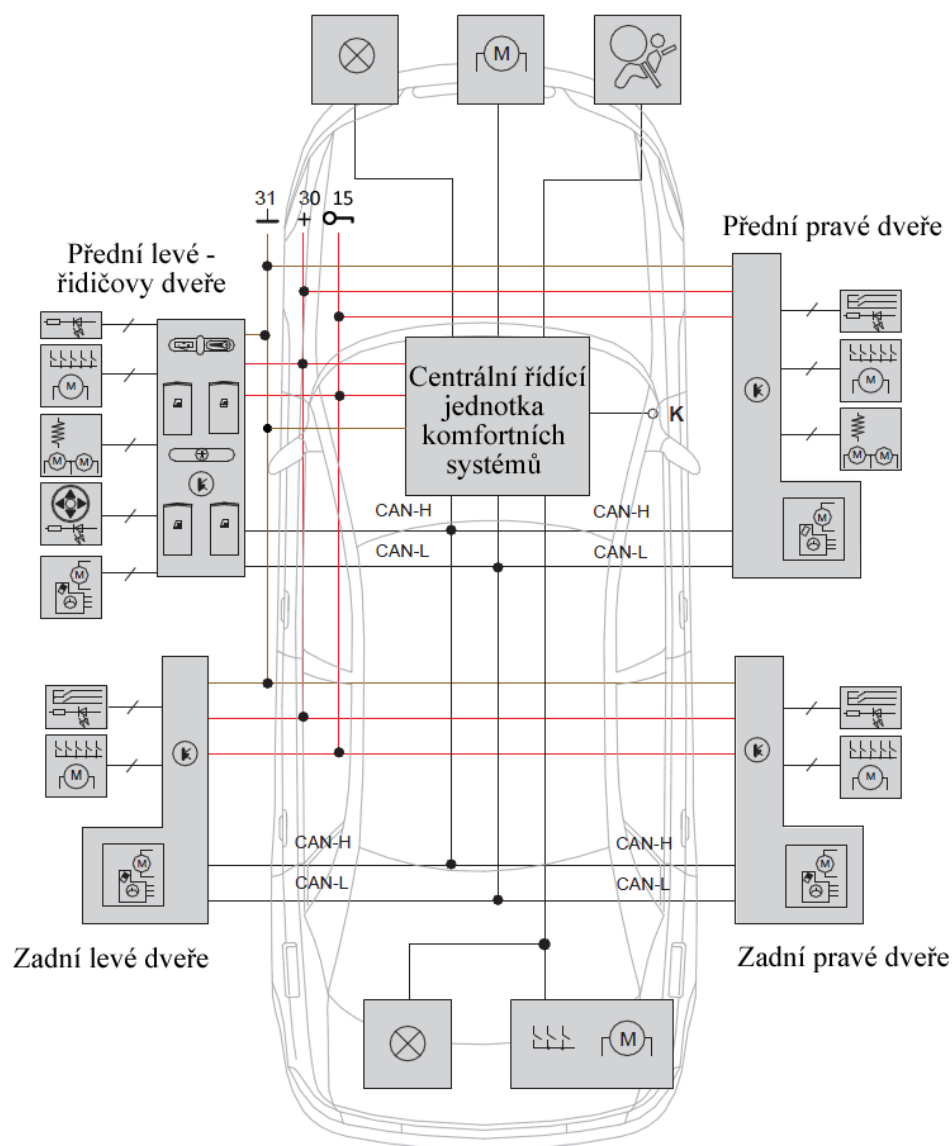
3.1 Posuv skel jako součást komfortní elektroniky

Systém posuvu skel je součástí skupiny funkcí komfortní elektroniky, které jsou ovládány řídící jednotkou komfortního systému. Mezi tyto funkce patří:

- centrální zamykání,
- elektrické ovládání posuvu skel,
- elektrické nastavování zrcátek,
- vyhřívání zrcátek,
- sklápění zrcátek,
- spínání vnitřního osvětlení,
- otevírání zavazadlového prostoru,
- dálkové ovládání centrálního zamykání a alarmu,
- alarm s hlídáním vnitřního prostoru,
- diagnostika.

[7]

Umístění jednotlivých komponentů ve vozidle je znázorněno na obr. 11.



Obr. 11 Umístění systémů ve vozidle [7]

Centrální řídicí jednotka nemá v systému komfortní elektroniky žádnou centrální funkci. Řídicí jednotka provádí funkce, které jsou pro systém komfortní elektroniky důležité, ale nebylo by výhodné umisťovat je do decentrálních dveřních jednotek. Jednotka představuje pro zbytek elektroniky rozhraní čtyř dveřních jednotek s diagnostikou. Je umístěna uvnitř vozu v plastovém pouzdře v místech pod nohama řidiče.

3.2 Komunikace

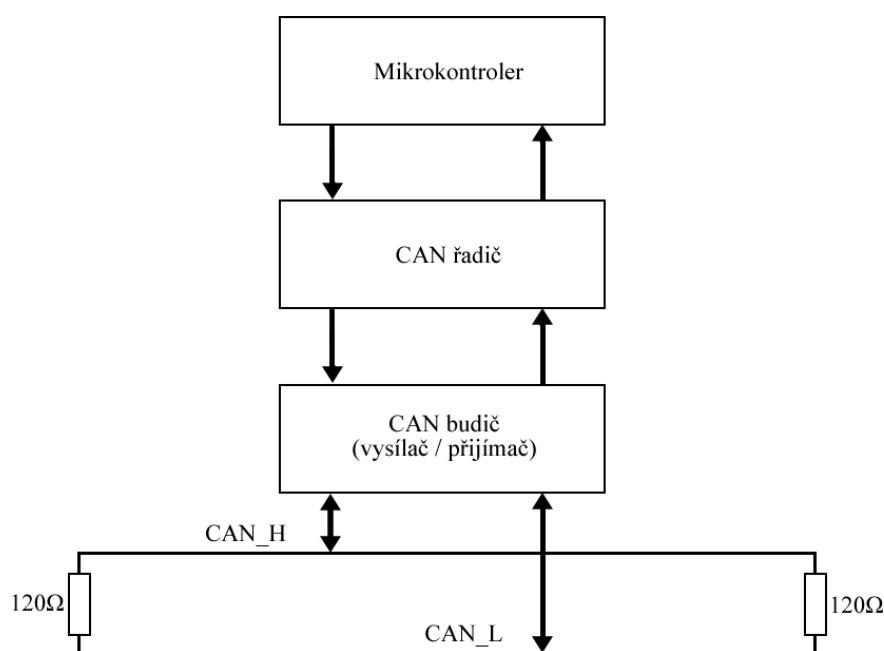
Jednotlivé jednotky jsou navzájem spojeny dvoudrátovým vedením – datovou sběrnici CAN. Aby se zabránilo působení rušivých vlivů na vedení, jsou obě vedení datové sběrnice vzájemně spleteny.

Každá řídicí jednotka připojená k datové sběrnici CAN musí být vybavena zařízením umožňující komunikaci po této sběrnici. Jednotky jsou tedy vybaveny CAN budičem „CAN-Transceiver“ a CAN řadičem „CAN-Controller“.

CAN řadič obdrží od mikrokontroléru data, která mají být přenesena. Řadič připraví data pro CAN vysílač, kterému je předá. Zároveň od CAN přijímače obdrží data sejmutá ze sběrnice CAN, která upraví a připraví pro mikrokontrolér.

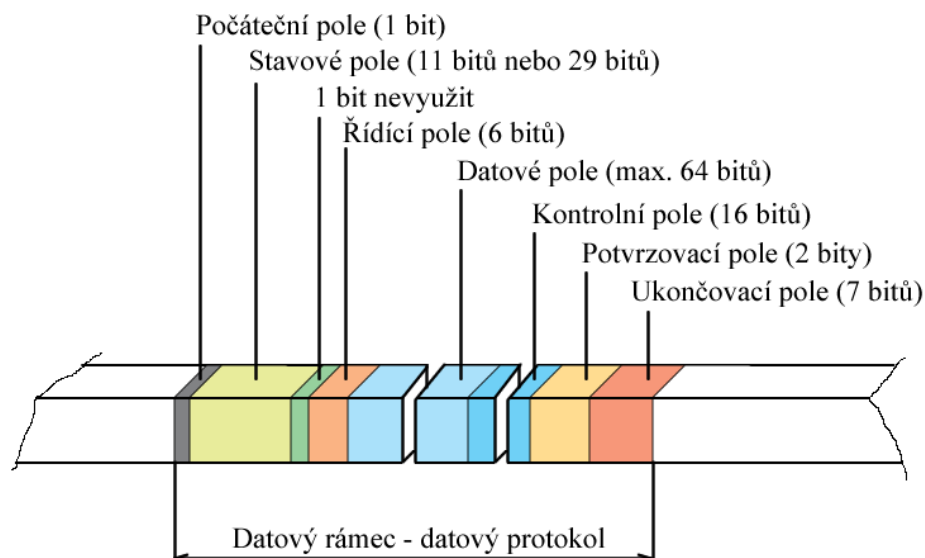
CAN budič je složen z vysílače a přijímače. Budič převádí data z řadiče na sériové elektrické signály a naopak sejmuté signály ze sběrnice na data určená pro řadič. [9]

Na obr. 12 je znázorněno připojení mikrokontroléru, řadiče a budiče k datové sběrnici.



Obr. 12 Princip připojení jednotky k datové sběrnici

Sběrnice přenáší v krátkých intervalech mezi řídicími jednotkami datový protokol nazývaný také zpráva. Struktura protokolu je na obr. 13. Tento protokol je tvořen sedmi poli a je vytvářen podle stanovených pravidel, která je nutné dodržet. Komunikace po sběrnici CAN, používané v automobilech, je vytvářena v souladu normami ISO 11898 pro High-speed komunikaci označované CAN-motor a ISO 11519-2 pro Low-speed komunikaci označované jako CAN-comfort. Dále protokol CAN používá dva typy zpráv. První typ je specifikace 2.0A označovaný jako standardní formát a 2.0B označovaný jako rozšířený formát. Jediný rozdíl je v délce identifikátoru, který je buď standardní 11 bitů, nebo rozšířený 29 bitů. [9]



Obr. 13 Složení datového protokolu

Datová zpráva může být vysílána pouze v případě, pokud je sběrnice volná. Každá řídicí jednotka se pokouší vysílat svá data každých 20 milisekund. Jakmile vysílač, který má zprávu připravenou, zjistí, že je sběrnice volná, začíná vysílat. Jestliže chce více jednotek poslat zprávu současně, je potřeba rozhodnout, která jednotka bude upřednostněna a bude moci vysílat. Přednost dostane jednotka s nejvyšší prioritou. Pořadí priorit pro řídicí jednotky komfortního systému je vypsáno níže.

1. Centrální řídicí jednotka komfortního systému
2. Řídící jednotka dveří řidiče
3. Řídící jednotka dveří spolujezdce
4. Řídící jednotka levých zadních dveří
5. Řídící jednotka pravých zadních dveří

[7]

3.3 Elektrický systém posuvu skel

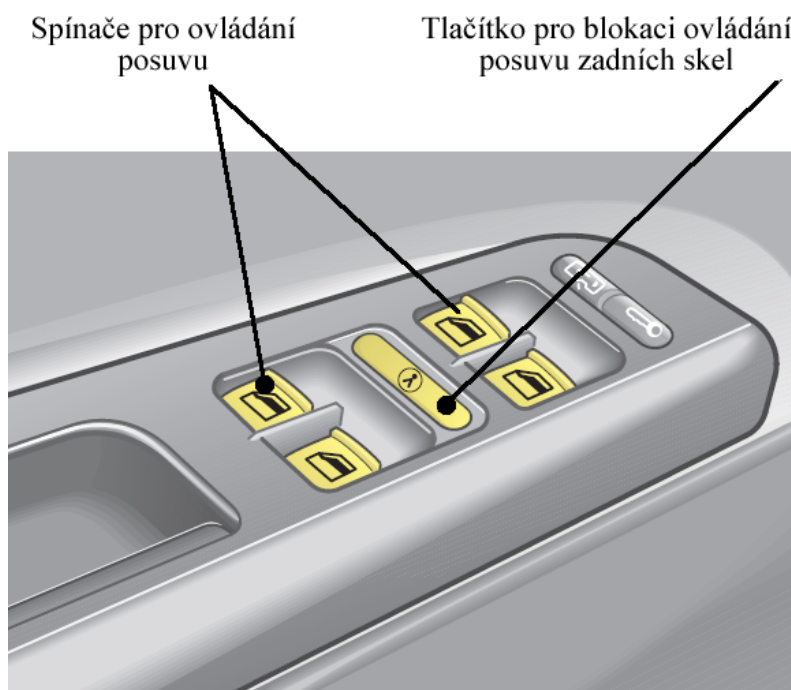
3.3.1 Ovládací místa

Ovládacími místy rozumíme ovladače, pomocí nichž lze ovládat posuv skel. Ovládací místa mohou dostupná být jak uvnitř vozu, tak z vně vozidla (zámky dveří řidiče a spolujezdce).

Ve dveřích řidiče se nachází ovladač se spínačem pro každé dveře a dětská pojistka pro odpojení napájení ovladačů zadních dveří. Pro řidičovy a spolujezdcovy dveře má spínač pět poloh: aut. otvírání – man. otvírání – nestisknuto – man. zavírání – aut. zavírání. Pro zadní dveře má spínač tři polohy: man. otvírání – nestisknuto – man. zavírání.

V ostatních dveřích jsou spínače se třemi polohami bez možnosti spínání automatického zavírání nebo otevírání.

Pomocí spínačů ve vložkách zámků dveří řidiče a spolujezdce je možno aktivovat tzv. komfortní zavírání a otvírání.



Obr. 14 Panel se spínači v řidičových dveřích [7]

3.3.2 Funkce

System posuvu skel rozlišuje stavy se zapnutým zapalováním a bez zapnutého zapalování. V závislosti na stavu zapalování jsou poté umožněny vybrané funkce.

Při zapnutém zapalování je aktivní:

- automatické stažení při stisknutí spínače na dobu kratší než 300 ms,
- manuální stažení při stisknutí spínače dle potřeby po dobu delší než 300 ms,
- automatické zavření při vytažení spínače po dobu kratší než 300 ms,
- manuální zavření při vytažení spínače dle potřeby po dobu delší než 300 ms,
- přerušení automatického chodu stisknutím příslušného spínače,
- přerušení ručního chodu stisknutím příslušného spínače – neplatí pro řidičovo okno. [7]

Při vypnutém zapalování:

- nelze použít automatický chod,
- ostatní funkce jsou funkční ještě 10 minut po vytažení klíčku. Tento stav je zrušen otevřením jakýchkoli dveří nebo zastavením zavírajícího se okna bezpečnostní pojistkou proti skřípnutí,
- možné zavření pomocí vytažení příslušného spínače dokud se okno nezavře (nemá však automatické zavření),
- možné zavření všech oken pomocí vložky zámku řidičových nebo spolujezdcových dveří přidržetím v povelu zamknout po dobu delší než 2 s,
- otevření příslušného okna stisknutím příslušného tlačítka. Okno se zcela otevře,
- možné otevření všech oken pomocí vložky zámku řidičových nebo spolujezdcových dveří přidržetím v povelu odemknout po dobu delší než 2 s. [7]

3.3.3 Inicializace

Po každém bateriovém resetu (odpojení baterie) je nutné inicializovat polohu oken. Toto lze provést dvěma způsoby. První způsob je inicializace všech oken najednou zvenku pomocí vložky zámku. Povelem zamknout se okna zavřou. Jakmile jsou všechna okna zavřená, je třeba zadat povel zamknout znovu po dobu nejméně 2 s. Druhým způsobem můžeme inicializovat každé okno samostatně vytažením příslušného spínače. Pomocí spínače se okno zavře. Po jeho zastavení v horní poloze je nutné znovu vytáhnout a přidržet spínač po dobu nejméně 2 s. [7]

3.3.4 Komfortní zavírání a otevírání

Komfortním zamykáním rozumíme možnost ovládat posuv skel povelu zamknout a odemknout pomocí vložek zámků v předních dveřích nebo pomocí tlačítek na dálkovém ovladači centrálního zamykání. Zavírání oken nastane 2 s po zadání povelu zamknout. Nejprve se spustí pohyb okna řidiče a pak zpožděně po 50 ms okna spolujezdce, levé zadní a pravé zadní. Otvírání oken se spustí 2s po zadání povelu odemknout. Nejprve se rozebíhá okno řidiče a poté zpožděně po 50 ms okna spolujezdce, levé zadní a pravé zadní. Okamžitá změna ze zavírání oken na otevírání oken nastane při změně z povelu zamknout na povel odemknout. Toto je možné v případech, kdy není okno zcela zavřené, přišel-li povel odemknout z druhých dveří, nebo je vnitřním spínačem zadán povel otevřít okno, nebo také pokud je příkaz ke komfortnímu zavírání změněn z povelu zamknout na povel odemknout. [7]

3.3.5 Pojistka proti sevření

Systém posuvu skel je vybaven pojistkou proti sevření, která v případě rozeznání překážky v dráze skla zastaví další pohyb a sklo reverzuje. Tato pojistka je aktivní jak při automatickém, tak při manuálním zavírání okna. Rozeznání překážky je vyhodnoceno použitím vyšší zavírací síly, než je 100 N. Při použití větší zavírací síly než 100 N v rozmezí 4 – 200 mm od horního okraje sklo reverzuje do původní polohy, nejméně však o 125 mm. V případě vypnutého zapalování je další ovládání posuvu skla neaktivní. Při zapnutém zapalování je pro další zavírání vypnuté automatické zavírání a to až do doby, než bude okno zcela zavřeno manuálně vytážením spínače. [7]

3.3.6 Překonání těžkého chodu

Pokud při zavírání okno samovolně reverzuje, může mu v pohybu bránit mechanický odpor způsobený například námrazou, prachem či opotřebením. Tento mechanický odpor vyhodnotí elektronika jako překážku v pohybu a aktivuje pojistku proti sevření. Při tomto vyhodnocení okno reverzuje a zastaví se. V této chvíli je ovládání posuvu okna bez automatické funkce, a to jak pro zavírání, tak pro otevírání. Do 10 s má další zavírání pojistku proti sevření, u které nedochází k reverzaci. Okno tedy zůstane stát na místě vyhodnocení ovládací síly vyšší jak 100 N. Další zavírání do 10 s je bez pojistky proti sevření. Okno je tedy zavíráno maximální silou, která je vyšší než 100 N. Celý tento postup zavírání nesmí být přerušen jiným ovládáním. [7]

3.3.7 Termopojistka

Systém posuvu skel má softwarově řešeno pojistku proti přehřátí – termopojistku. Tato pojistka sleduje počet manipulací oknem bez potřebné pauzy. Při nadměrném používání bez pauzy dojde k zablokování ovládání posuvu skel na 2 minuty. Po uplynutí této doby je ovládání posuvu opět aktivováno. [7]

3.3.8 Soft-stop spodní

Po prvním dojetí skla na spodní mechanický doraz se aktivuje funkce Soft-stop spodní. Tato funkce zajistí, že při příštích dojezdech okna na spodní polohu bude motor zastavovat o několik otáček dříve, což způsobí malý přesah, a okno bude zastavovat výše. Tím se zabrání mechanickým rázům a opotřebování dorazů skla, ale také nižší hlučnosti dojezdu skla. Opětovné spuštění skla až na spodní mechanický doraz nastane v případě několikanásobného dojezdu skla do dolní pozice nebo reverzace posuvu skla v důsledku zastavení bezpečnostní pojistkou proti skřípnutí nebo po bateriovém resetu. Okno sjede na spodní mechanický doraz a tím se znovu aktivuje funkce Soft-stop – nalezení přesné pozice. [7]

3.3.9 Soft-stop horní

Po prvním vyjetí okna na horní mechanický doraz se aktivuje funkce Soft-stop horní. Při dalších zavírání okna bude okno zavíráno nižší silou, než je maximální, ale dostatečnou pro dokonalé zasunutí skla do těsnících drážek. Tím je sníženo opotřebování nejen horního mechanického dorazu, ale také těsnící drážky. [7]

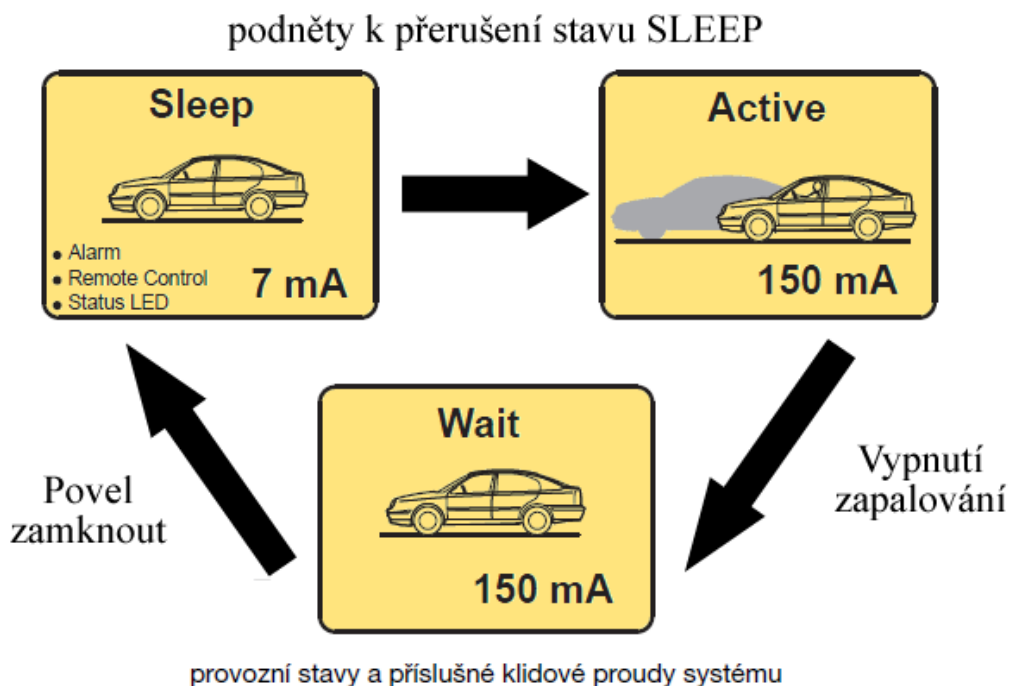
3.3.10 Nouzový režim

Pokud je dveřní jednotka připojena na napájení, ale není připojena ke komunikační sběrnici CAN, lze posuv skla ovládat po dobu 10 minut příslušným spínačem. Toto ovládání je možné pouze manuálně bez automatické funkce. Možnost ovládání okna se ukončí po uplynutí doby 10 minut. Po zahájení komunikace po sběrnici CAN je nouzový režim deaktivován. [7]

3.4 Sleep mód

Požadavkem na elektroniku ve vozidle je také malá spotřeba proudu v klidové poloze. Klidová poloha nastává přechodem systému z módu Active do módu Sleep po vypnutí zapalování a uplynutí doby zvané Wait. Komfortní systém umožňuje snížení klidové spotřeby na minimum. Snížení je zajištěno přechodem mikroprocesorů do režimu Sleep, ve kterém je jejich spotřeba snížena na minimum. V Sleep módu rozlišujeme dva režimy. Prvním z nich je Sleep mód sběrnice CAN a druhým je Sleep mód řídicí jednotky. [7]

Sleep mód sběrnice CAN je režim, ve kterém ustane komunikace. Pokud je potřeba předat informaci po sběrnici, proběhne nejprve probuzení všech řídicích jednotek, které jsou k ní připojené, a informace se předá. Pokud nenásleduje další požadavek na přenos informace, sběrnice CAN přejde zpět do režimu Sleep. Sleep mód sběrnice CAN neznamena, že řídicí jednotky jsou také v módu Sleep. Například řídicí jednotka komfortu musí 10 minut časovat lampičky ve dveřích pro osvětlení prostoru nastupování, i když sběrnice CAN je již v režimu Sleep. [7]



Obr. 15 Přechody stavů Active, Wait a Sleep

Systém se nachází v provozním stavu Active. Po vypnutí zapalování přecházejí všechny jednotky do stavu Wait. V tomto stavu dokončuje každá řídicí jednotka započaté úkoly a její aktivita je po určitou dobu zachována. Po provedení všech úkolů zavede každá jednotka do své cyklické zprávy koncový bit – Sleep bit. Jakmile takto učiní všechny jednotky komfortní elektroniky, přejde sběrnice CAN do stavu Sleep a zastaví se komunikace. Pokud je vyžadována

funkce celého systému, je systém ze stavu Sleep probuzen příkazem Wake-up. Ten nastane v případě přerušení módu Sleep v některé z jednotek. [7]

3.5 Mechanické díly a elektromotor s dveřní ŘJ

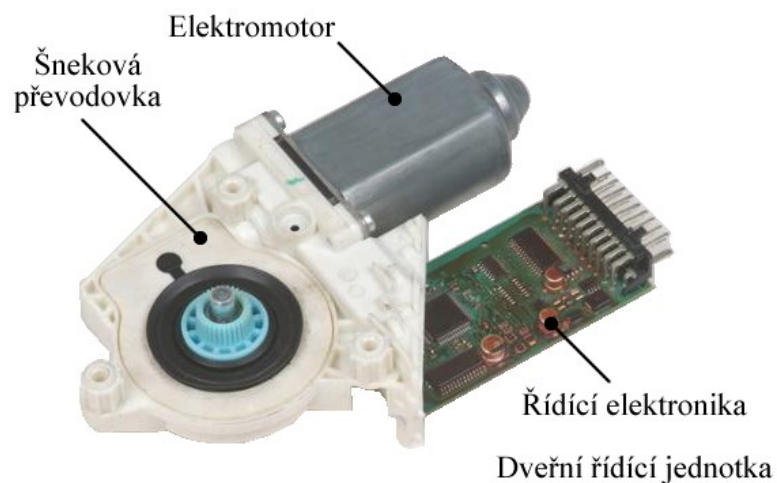
Celý panel mechanismu posuvu skel je dodáván firmou BROSE. Jedná se o systém s lanovody a dvěma kolejnicemi, elektromotorem s řídicí elektronikou, dveřním zámekem a kabeláží. Celý systém je upevněn na hliníkovém nosiči (Obr. 16), který se pomocí šroubů připevní do dveří z vnitřní strany a tak tvoří jejich vnitřní výplň. Mechanismus posuvu je tedy uvnitř dveří zakrytý celým tímto hliníkovým nosičem. Z této strany je také kromě mechanismu posuvu skel umístěn dveřní zámek, který je z důvodu bezpečnosti přinýtován. Při demontáži hliníkového nosiče je tedy nevyhnutelné nýty mechanicky odstranit.



Obr. 16 Hliníkový nosič systému posuvu skel [4]

Z druhé strany, tedy pod plastovým vnitřním krytem dveří, je připevněn elektromotor posuvu skel, kabelový svazek a vnitřní klika. Další komponenty, jako panel se spínači ovládání posuvu skel, ovládání nastavení vnějších zpětných zrcátek, otevírání víka palivové nádrže, otevírání víka zavazadlového prostoru a lampička osvětlující prostor před dveřmi při nastupování, jsou umístěny v plastovém vnitřním krytu dveří.

Elektromotor je stejnosměrný s komutátorem. Je připevněn do plastového těla, ve kterém je také šneková převodovka. Do tohoto plastového těla je také vložena řídicí elektronika. Řídicí elektroniku připevněnou na elektromotoru nazýváme dveřní řídicí jednotkou, protože obsluhuje nejen ovládání posuvu skel, ale také ovládání funkcí ostatních zařízení ve dveřích.

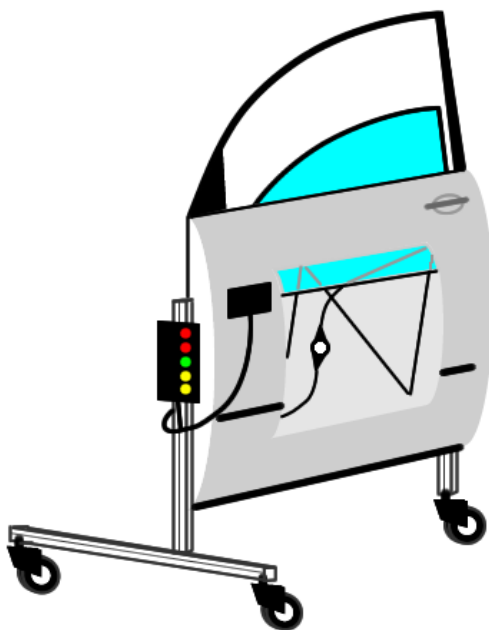


Obr. 17 Elektromotor se šnekovou převodovkou a řídící elektronikou [4]

Součástí řídící elektroniky je Hallův snímač otáček. Ten je v kombinaci s klopným obvodem umístěn v blízkosti magnetického kroužku, který je součástí hřídele elektromotoru. Při jedné otáčce elektromotoru tento snímač vygeneruje čtyři impulzy. První impulz vytvoří vzestupnou hranu, druhý sestupnou, třetí opět vzestupnou a čtvrtý sestupnou. Jedna otáčka elektromotoru je tedy charakterizována dvěma cykly. [7]

4. Laboratorní model

Základem laboratorního modelu posuvu skel jsou levé přední dveře z automobilu Volkswagen Passat r.v. 1997. Toto vozidlo bylo vybaveno posuvem skel nejen v předních, ale také v zadních dveřích. Z tohoto důvodu je na modelu čtyř-spínačový ovládací panel. Součástí modelu je kabelový svazek, centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky, mechanismus posuvu skel a elektromotor s integrovanou dveřní řídicí jednotkou. Z dveří byla odstraněna vnitřní krycí plastová výplň, v níž je madlo pro zavírání a další ovládací prvky, včetně ovládacího panelu posuvu skel. Tento panel je však z této výplně vyjmut a je umístěn přímo na laboratorní model. Kabelový svazek byl z důvodů zbytečně dlouhé kabeláže délkově upraven a přizpůsoben potřebám umístění na model. Centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky je připevněna z vnější části modelu tak, aby bylo možné nahlédnout na její konstrukci. Z vnější části je také umístěn přípojovací terminál, jenž slouží k připojení napájení a dalších výstupů. Pro názornost byl upraven vnější krycí plech dveří vyříznutím čtvercového otvoru. Je tedy možno pozorovat činnost mechanismu posuvu skel.

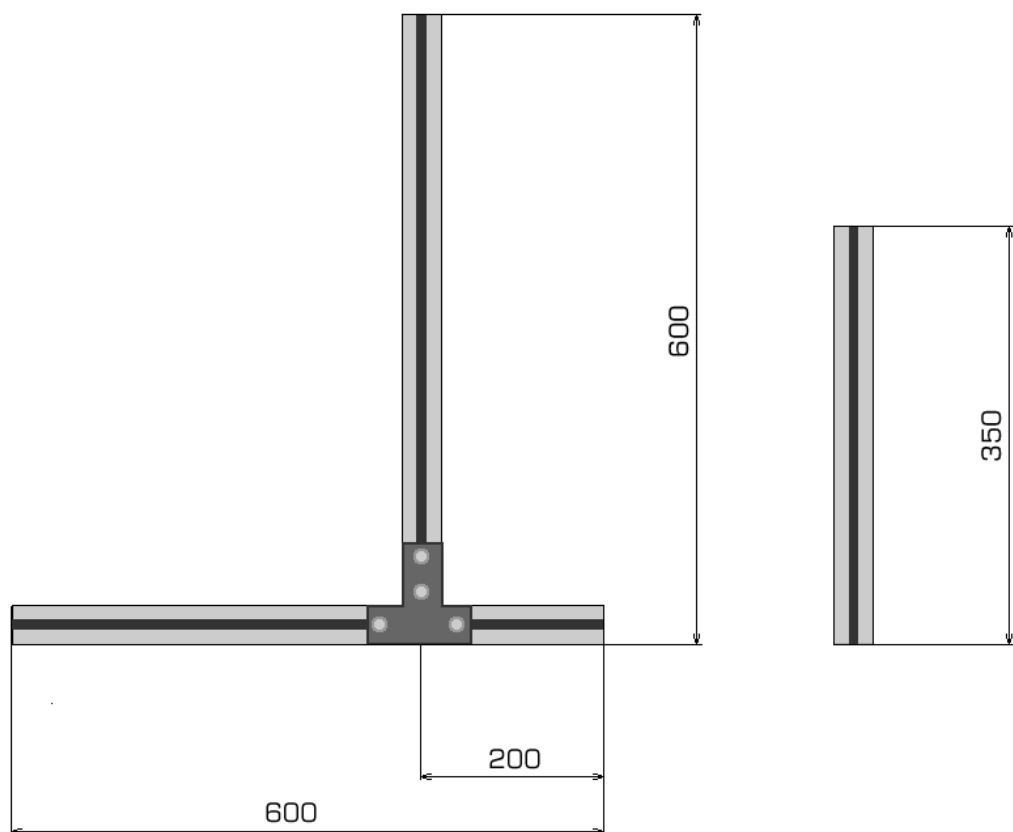


Obr. 18 Navržená podoba laboratorního modelu

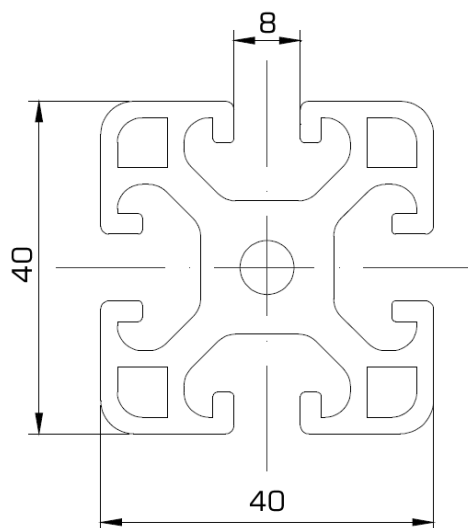
4.1 Konstrukce stojanů

Stojany jsou vyrobeny z hliníkových profilů firmy Haberkorn Ulmer s.r.o.. Profil je zobrazen i s rozměry na obr. 20. Konce profilů jsou ukončeny plastovými záslepkami. Použité dveře jsou připevněny ke dvěma stojanům, a to přednímu a zadnímu. Přední stojan je tvaru otočeného písmene T. Spoj obou tyčí je proveden pomocí dvou desek. Na koncích spodní části stojanu jsou otočná kolečka s rozsahem otáčení 360°. Jedno kolečko je použito s brzdou. Zadní

stojan je jednoduchá tyč. Do spodní části je připevněno otočné kolečko s brzdou. Stojany jsou i s rozměry vyobrazeny na obr. 19.



Obr. 19 Přední a zadní stojan



Obr. 20 Rozměry použitého profilu

4.2 Připojovací terminál

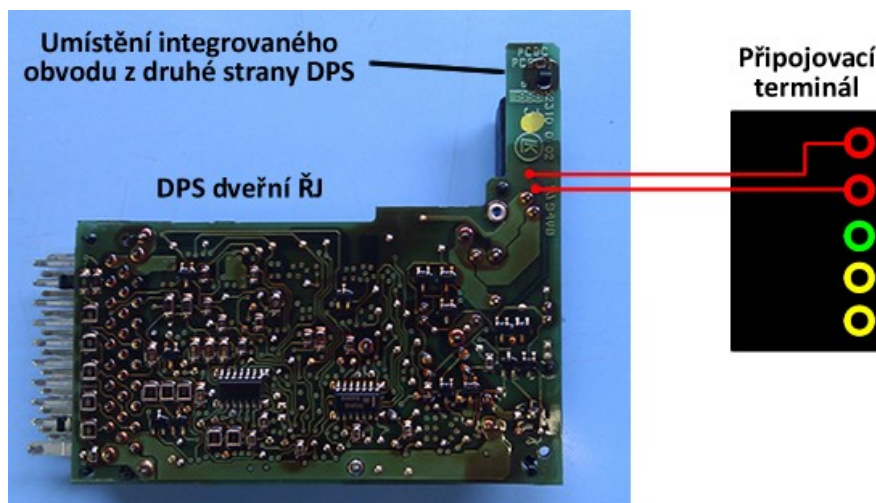
Pro snadné připojení napájení i měřících přístrojů je laboratorní model vybaven připojovacím terminálem. Terminál tvoří plastová krabička, která je umístěna na předním stojanu. Do terminálu jsou z přední strany vyvedeny konektory napájení. Ty jsou umístěny na spodní straně. Po pravé straně terminálu jsou poté umístěny ostatní zdířky. První dvě červené slouží pro připojení k Hallovu snímači. Zelená zdířka slouží k připojení k vedení K-line. Další dvě zdířky slouží k připojení ke sběrnici CAN. Horní zdířka je připojena ke CAN_H a spodní ke CAN_L. V horní části terminálu se nachází vypínač simulující zapnutí zapalování. Z levé strany je na terminálu připevněna tavná pojistka, která chrání napájecí obvody před zkratem. Terminál je vyobrazen na obrázku 21.



Obr. 21 Připojovací terminál

4.3 Vyvedení signálu Hallova snímače

Abychom mohli měřit otáčky elektromotoru, bylo nezbytné z DPS dveřní ŘJ získat signál z Hallova snímače otáček, který je součástí integrovaného obvodu. Signál je vyveden z DPS pomocí dvou vodičů, které jsou připájeny v místech prokovení vodičových cest od integrovaného obvodu. Vyvedení signálu je znázorněno na obr. 22. Na obrázku však není vidět vlastní integrovaný obvod s Hallovým snímačem, jelikož se nachází z druhé strany DPS.



Obr. 22 Vyvedení signálu Hallova snímače

4.4 Sestavení modelu

K přednímu stojanu jsou dveře připevněny pomocí šroubů, které jsou zašroubovány do otvorů po originálních pantech. Kolečka jsou připevněna šrouby a maticemi na krajích spodní tyče stojanu. Šrouby jsou hlavou zasunuty do drážky v profilu, poté jsou na šrouby připevněna kolečka, která jsou přitažena maticemi. Zadní stojan je připevněn v zadní části dveří dvěma šrouby a maticemi. Na předním stojanu je umístěn připojovací terminál. Veškeré spojovací šrouby a matice jsou standardního rozměru M8.



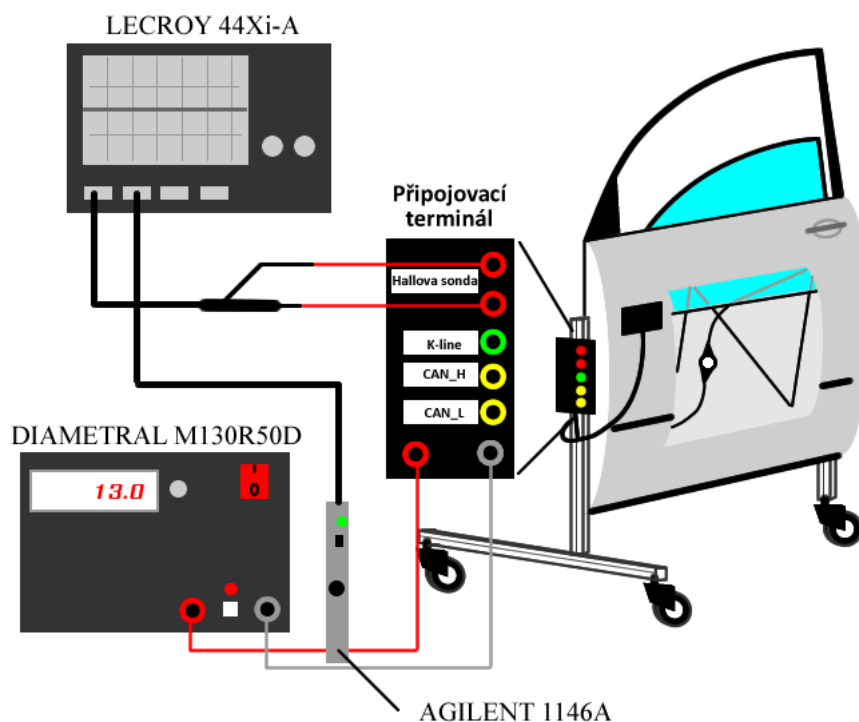
Obr. 23 Sestavený laboratorní model

5. Měření na modelu

Cílem měření je ověření funkčnosti laboratorního modelu. Výsledky tohoto měření poslouží při sestavování typizované laboratorní úlohy pro studenty předmětu Automobilová elektronika. Měření je zaměřeno na stavy spouštění a zvedání skla. Měření dále zachycuje dva nestandardní stavy, a to stav prvního spuštění okna na spodní doraz bez funkce spodní Soft-stop a stav aktivace pojistky proti skřípnutí při vložení překážky do dráhy skla. Tyto čtyři stavy je možné porovnat a vyhodnotit. Měřením zkoumáme průběh odebíraného proudu a impulzy z Hallova snímače otáček elektromotoru.

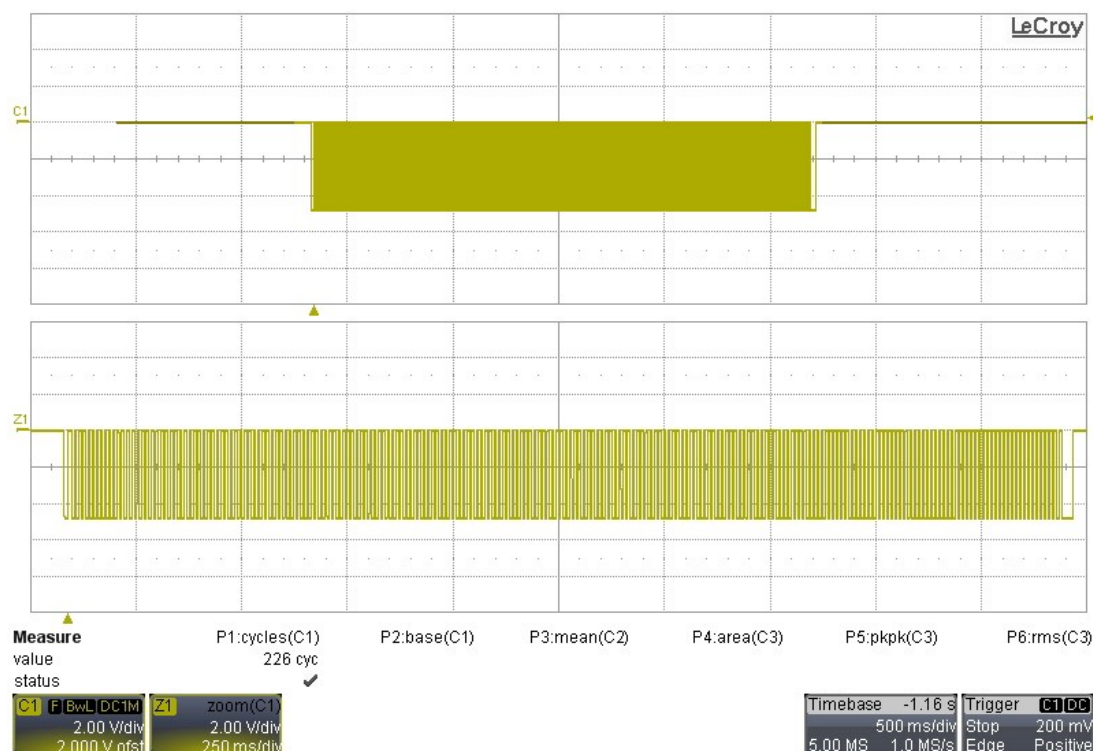
5.1 Připojení měřících přístrojů a napájecího zdroje

Laboratorní model je vybaven připojovacím terminálem. Napájecí napětí modelu je v rozmezí 12 - 14 V. Z důvodu potřeby dodávat proud až desítek ampér, napájíme model laboratorním zdrojem DIAMETRAL M130R50D, jež je schopen dodávat proud v rozmezí až 40 A. Pro měření impulzů z Hallovy sondy využijeme červené zdířky označené jako Hallova sonda. Do zdířek zapojíme sondu osciloskopu. Odebíraný proud měříme na napájecím vodiči připojeném k připojovacímu terminálu. Pro měření proudu je použita proudová sonda AGILENT 1146A s výstupním rozsahem 10 mV/A. Pro měření je použit osciloskop LeCroy WAVERUNNER 44XiA. Pulzy Hallova snímače jsou zobrazeny kanálem CH1 a proudová sonda je připojena ke kanálu CH2. Po připojení modelu ke zdroji nezapomeneme zapnout spínač simulující zapnutí zapalování.



Obr. 24 Připojení měřících přístrojů

5.2 Počet pulzů při pohybu skla z jedné krajní polohy do druhé

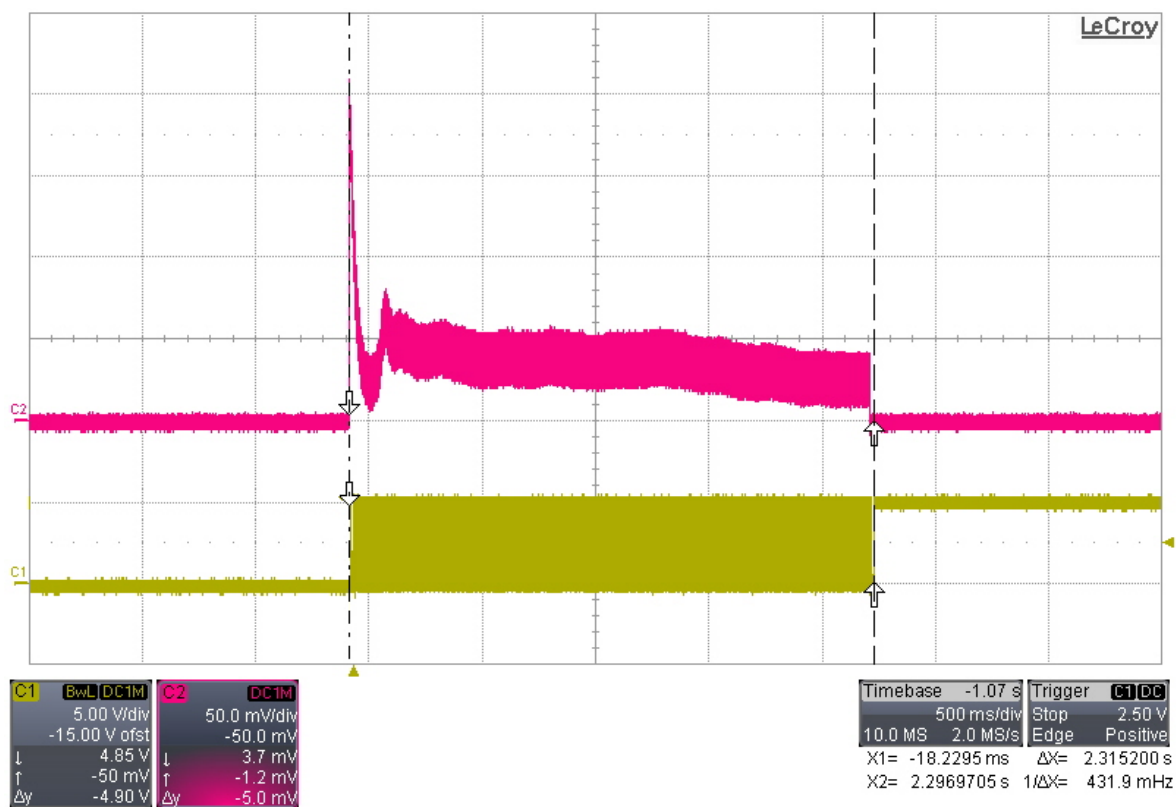


Obr. 25 Počet pulzů při pohybu skla z jedné krajní polohy do druhé (C1-pulzy z Hallový sondy)

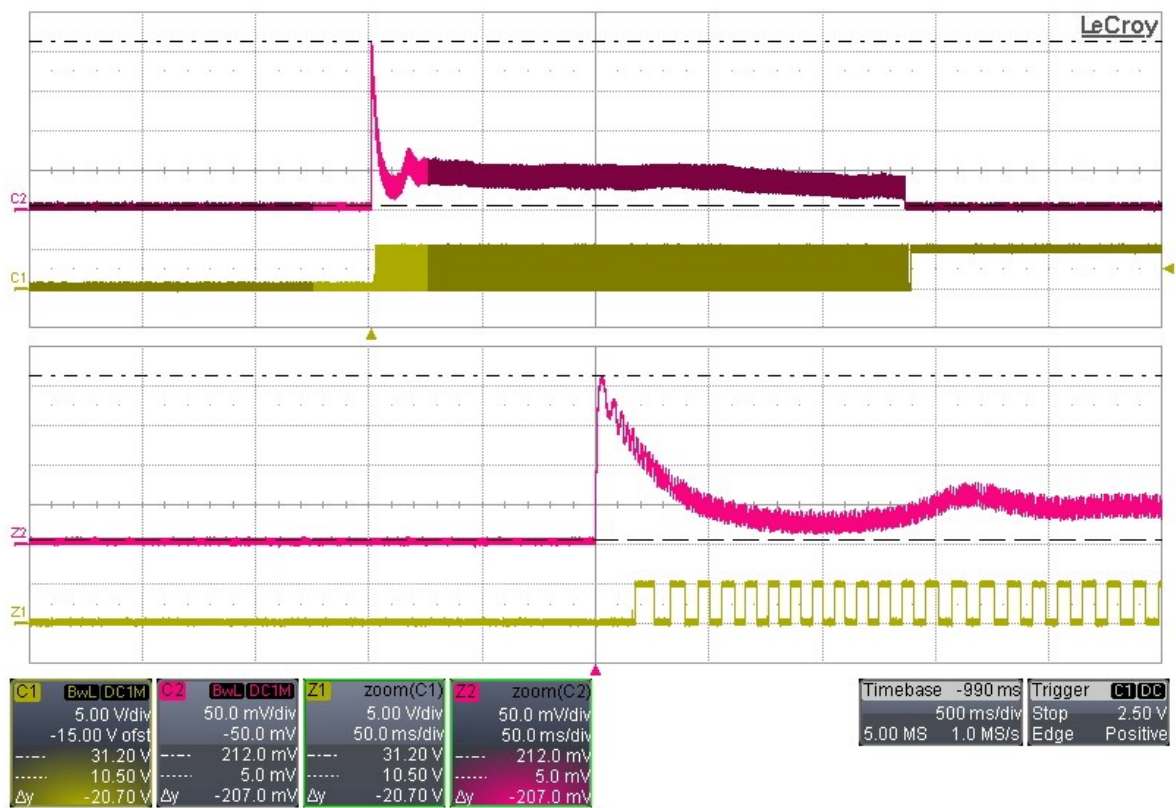
Cykly z Hallova snímače mají amplitudu 5 V. Jejich šířka je však velmi malá, a proto při velké časové základně na obr. 25 splývají. Počet cyklů při pohybu skla z jedné polohy do druhé s aktivní funkcí Soft-stop je 226. Jelikož víme, že při jednom otočení motoru snímač vygeneruje dva cykly, je jednoduché určit počet otáček elektromotoru. Celkový počet otáček elektromotoru při pohybu skla je tedy 113.

5.2 Měření při spouštění skla

Při spouštění skla elektromotor překonává odpory posuvu skla částečně, protože část potřebné síly pro posuv vyvolává samotná váha skla. Celková doba spouštění skla trvá 2,315 s. Jak můžeme vidět na obr. 26, spouštění začíná proudovou špičkou a končí zastavením elektromotoru. Proudová špička má velikost 207 mV, což odpovídá odebíranému proudu 20,7 A. Tento proud je však odebírán po krátkou dobu a po 250 ms jeho velikost klesne na hodnotu asi 5 A. Velikost odebíraného proudu se při spouštění skla zmenšuje až na konečnou hodnotu 2,5 A odpovídající 25 mV zobrazených na obr. 28.



Obr. 26 Průběh při spouštění skla (C1-pulzy z Hallový sondy, C2-odebíraný proud)



Obr. 27 Detail rozběhu elektromotoru při spouštění skla
(C1-pulzy z Hallový sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 27 vidíme rozběh elektromotoru. Proudová špička 20,7 A je způsobena překonáváním odporu při vysouvání skla z těsnících drážek. Rozkmit průběhu proudu je způsoben změnou rychlosti posuvu skla, která je po vysunutí z drážek vyšší než rychlost posuvu vyvolaná rychlostí otáčení elektromotoru. Vyšší rychlost pohybu skla je způsobena použitím vyšší síly pro vysunutí skla, než je potřebná pro posuv. Rychlosti posuvu skla a posuvu vyvolaného otáčením elektromotoru se srovnají po 250 ms. Je zřejmé, že při rozběhu motoru se perioda impulzů Hallova snímače zmenšuje.



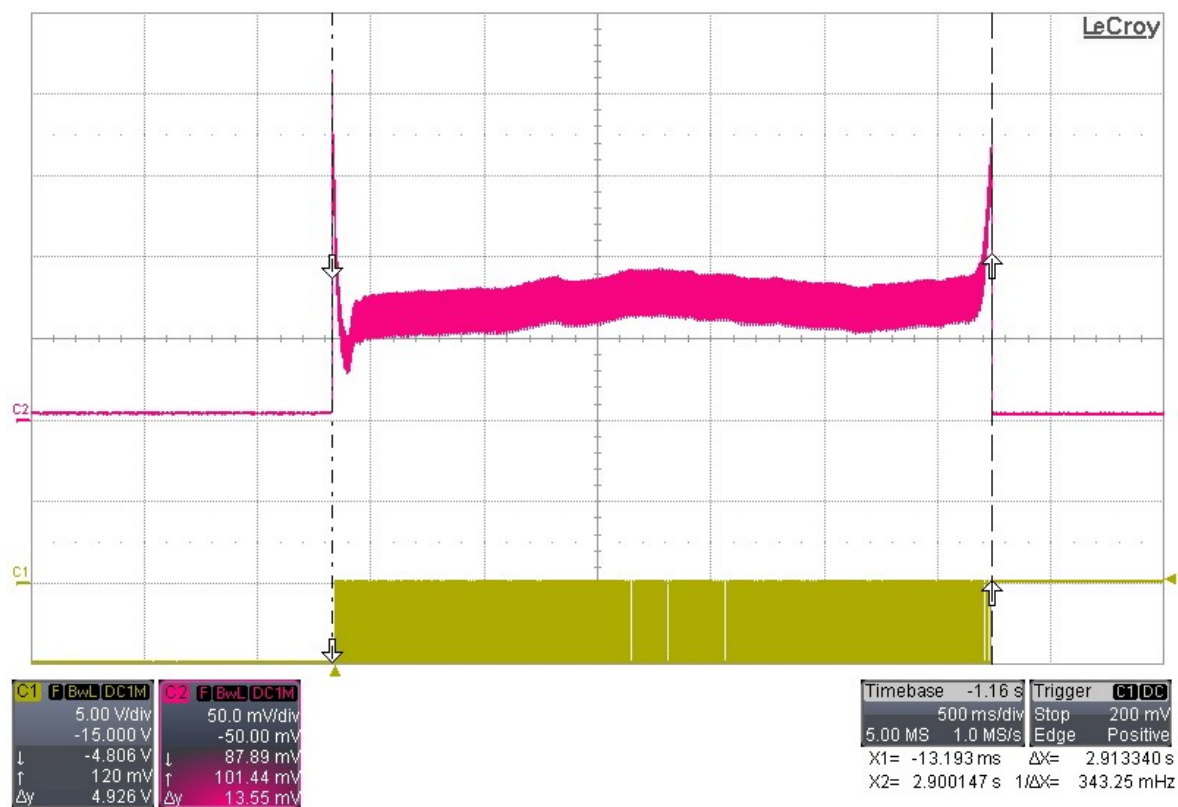
Obr. 28 Detail dojezdu okna do spodní polohy (C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

Obr. 28 zobrazuje detail průběhu zastavení posuvu skla. Zde vidíme, že elektronika odpojí napájení elektromotoru před dojezdem skla na spodní mechanický doraz. Sklo se tedy dosune na spodní polohu vlastní setrvačností. Po odpojení napájení se elektromotor otočí o jednu otáčku. Toto trvá asi 20 ms. Vidíme, že perioda pulzů z Hallova snímače se při zastavování elektromotoru zvětšuje.

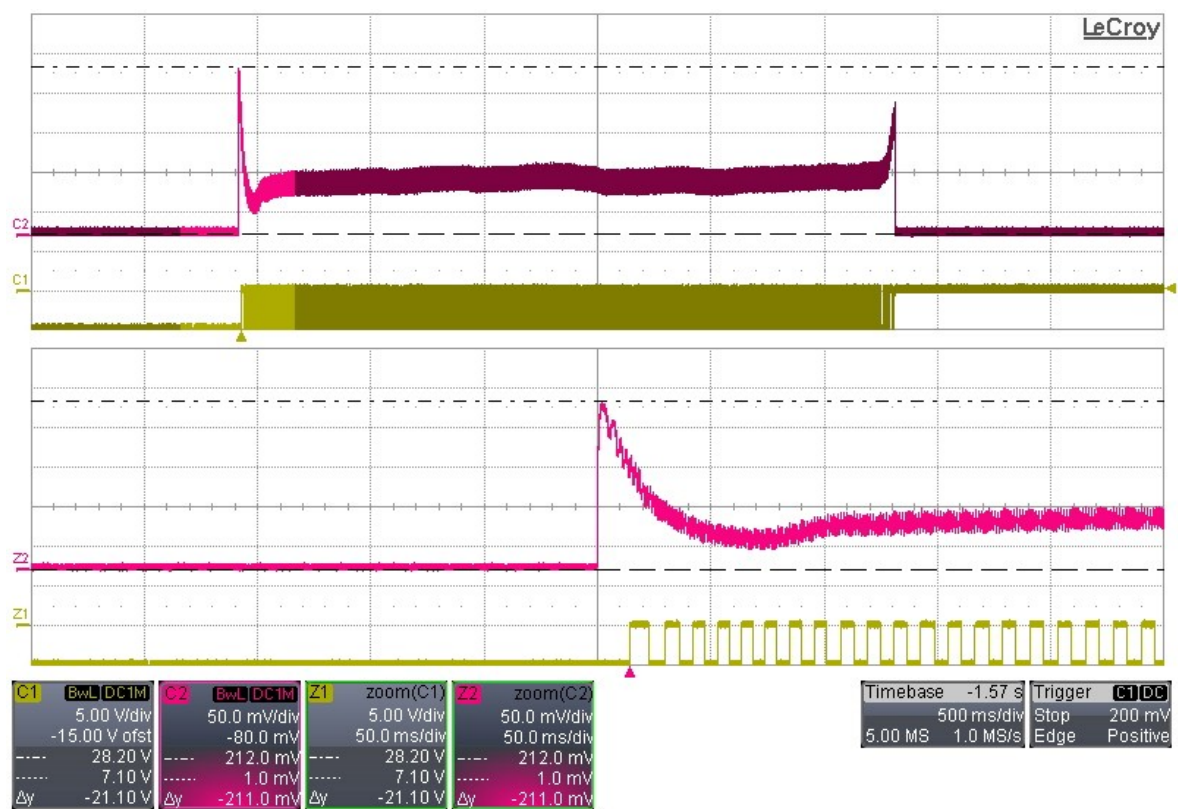
5.3 Měření při zvedání skla

Při zvedání skla musí elektromotor překonávat odpory posuvu skla ve vodicích drážkách ale také odpor způsobený váhou skla. Z toho důvodu odebírá elektromotor větší proud a celková doba zvedání skla je delší než doba spouštění. Sklo je ze spodní polohy zvednuto do horní a zasunuto do těsnících drážek za 2,914 s. Proces zvedání skla trvá o 0,599 s déle než spouštění. Z obr. 29 vidíme, že při rozběhu elektromotoru nastane opět proudová špička, která má nyní

hodnotu 211 mV, což odpovídá odebíranému proudu 21 A. Tento proud však rychle klesne na nižší hodnotu, asi 7 A. V průběhu zvedání se hodnota odebíraného proudu mění.

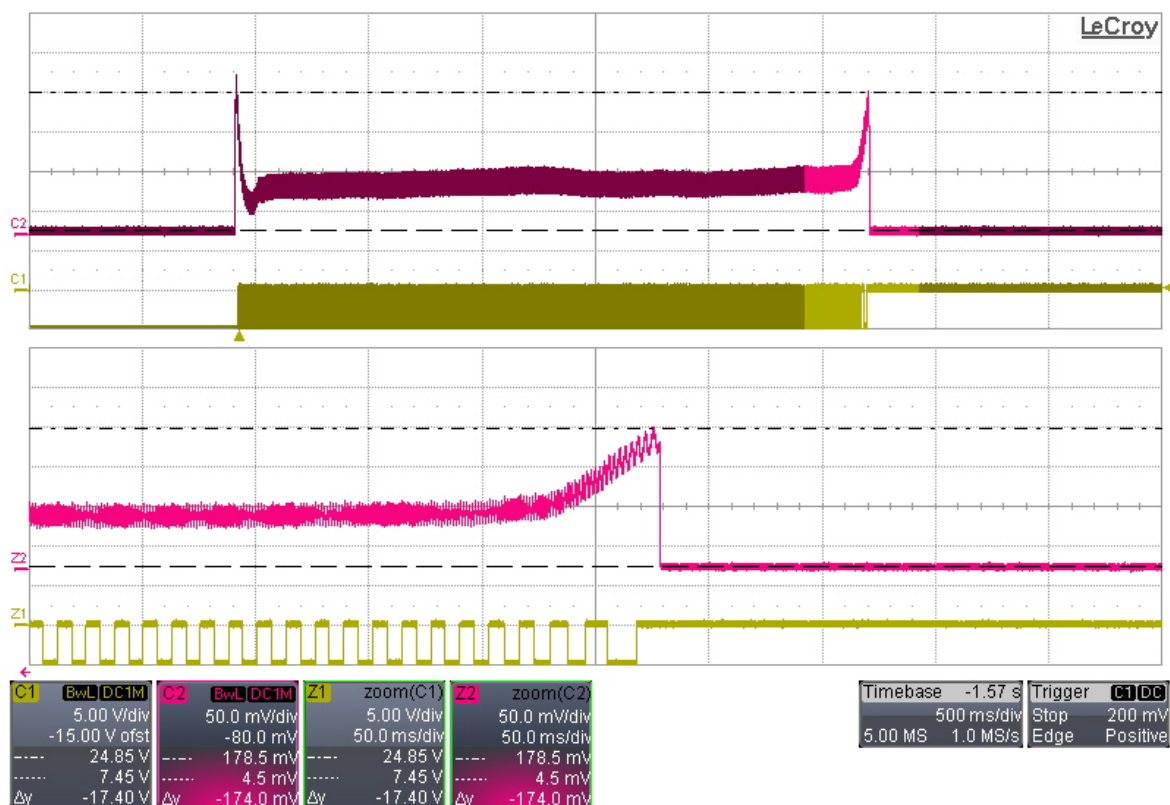


Obr. 29 Průběh při zvedání skla (C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)



Obr. 30 Detail rozběhu elektromotoru při zvedání (C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 30 vidíme detail rozběhu posuvu skla. Vidíme zde opět proudovou špičku při rozběhu elektromotoru, která má velikost 21 A. Větší velikost proudové špičky i odebíraného proudu je způsobena překonáváním nejen odporu posuvu skla v drážkách, ale také odporu způsobeného vahou skla. V tomto případě je vidět na průběhu opět rozkmit, který je způsoben rozdílnými rychlostmi posuvu skla po uvedení do pohybu. Vyšší rychlost pohybu skla je způsobena použitím vyšší síly pro rozběh skla, než je potřebná pro posuv. Rychlosti posuvu skla a posuvu vyvolaného elektromotorem se však srovnají dříve než v předcházejícím případě, a to asi za 150 ms.

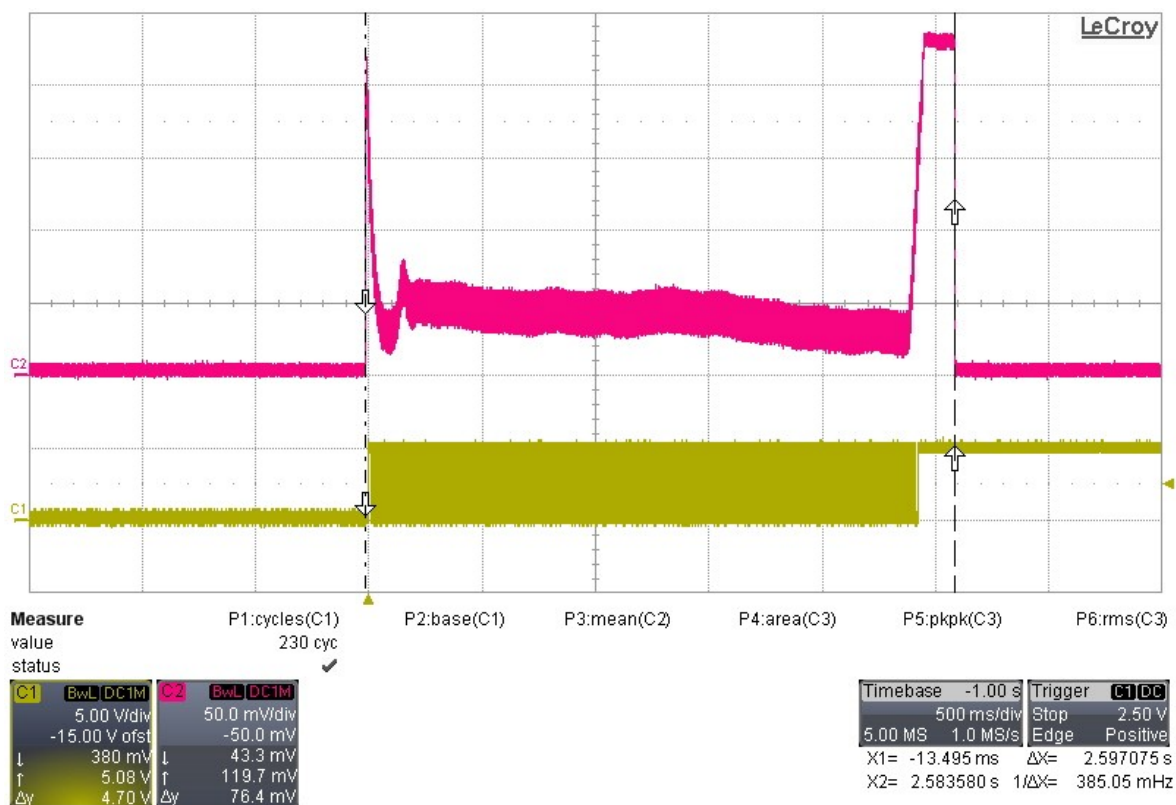


Obr. 31 Detail dojezdu skla do horní polohy (C1-pulzy z Hallové sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 31 vidíme detail průběhu dojezdu skla do horní polohy se zasunutím do těsnících drážek. Vidíme, že při zasouvání skla do drážek tak, aby byly těsně zasunuty, stoupne proudový odběr až k hodnotě 174 mV, což odpovídá hodnotě odebíraného proudu 17,4 A.

5.4 První spuštění skla – bez funkce Soft-stop

Po připojení modelu k napájecímu zdroji jsou resetované ŘJ a není aktivní funkce Soft-stop zajišťující zastavování posuvu skla před spodním mechanickým dorazem. Funkce Soft-stop se aktivuje při tomto prvním spuštění skla až na spodní mechanický doraz. Z obr. 32 můžeme vidět, že rozjezd skla z horní pozice je standardní, jak bylo popsáno v kapitole 5.2. Rozdílný průběh proudu je patrný při dojezdu skla do spodní pozice.



Obr. 32 Průběh při spouštění skla bez funkce Soft-stop
(C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

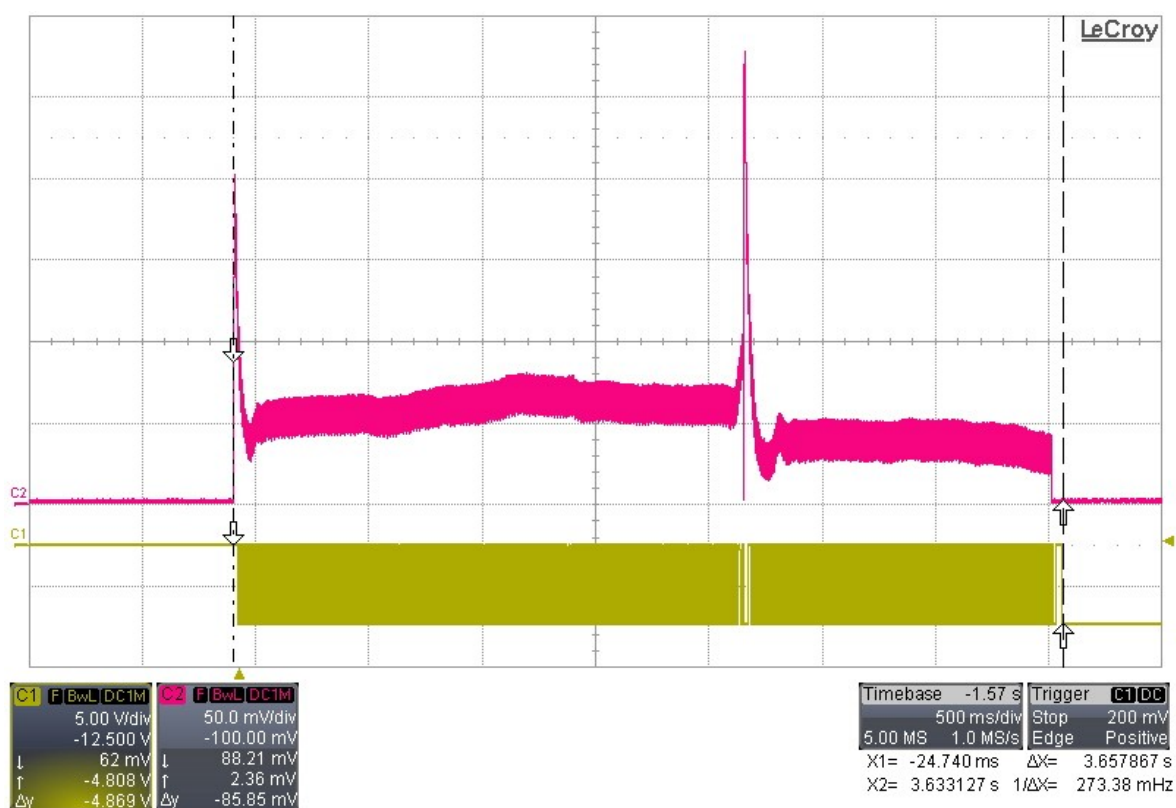


Obr. 33 Detail dojezdu skla do spodní pozice bez funkce Soft-stop
(C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 33 vidíme detail dojezdu skla do spodní pozice na spodní mechanický doraz. Jelikož není aktivní funkce Soft-stop, posuv skla se zastaví až na spodním dorazu a elektromotor se dále pokouší sklo posouvat. To způsobuje nárůst odebíraného proudu až na hodnotu 22,5 A. ŘJ vyhodnotí skutečnost vysokého odebíraného proudu a neměnných otáček jako dosažení spodního mechanického dorazu. Tím má určený počet otáček elektromotoru pro pohyb skla z jedné polohy do druhé. Od začátku nárůstu proudu se elektromotor otočí ještě dvakrát. Celkový počet cyklů při posuvu skla z horní do spodní polohy na mechanický doraz je 230, což je 115 otáček. Z této skutečnosti je jasné, že při aktivní funkci Soft-stop ŘJ odpojí napájení elektromotoru o dvě otáčky dříve, než by bylo dosaženo spodního mechanického dorazu.

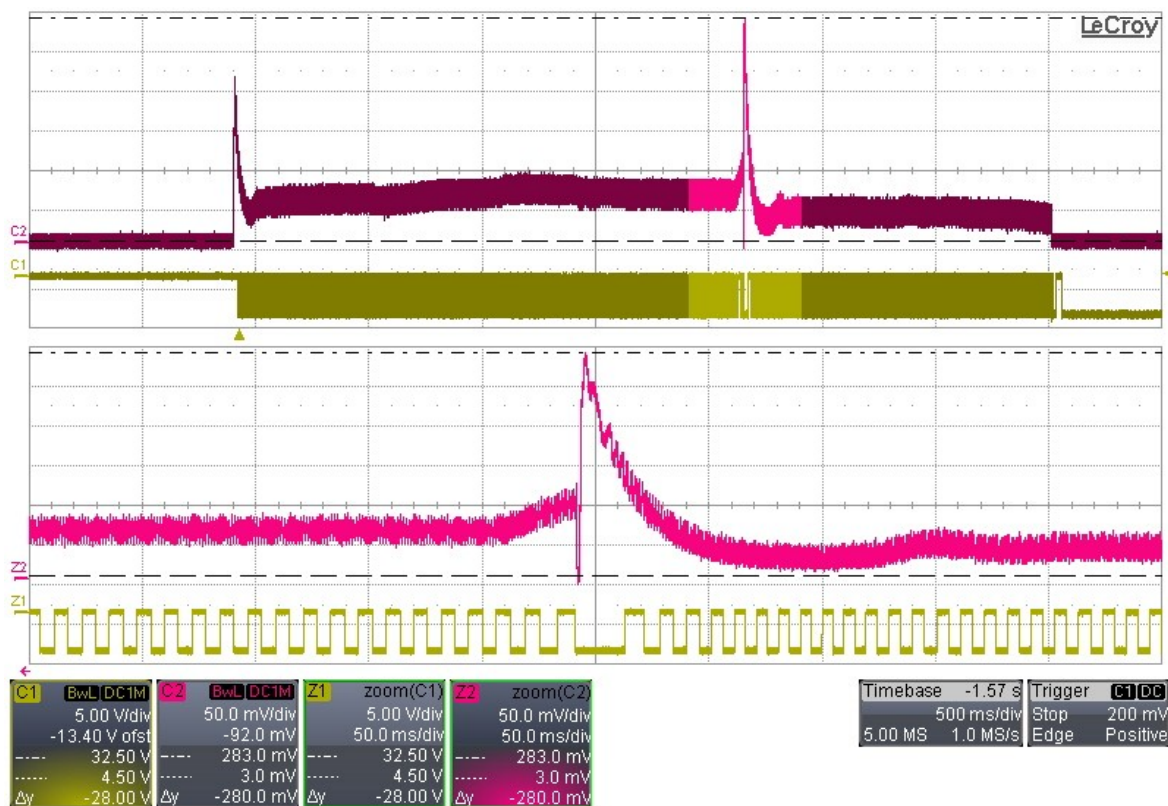
5.5 Aktivace bezpečnostní pojistky proti skřípnutí

Při zvedání skla může úplnému zavření okna bránit překážka v dráze posuvu skla. Tato překážka vyvolá aktivaci pojistky proti skřípnutí, která zastaví pohyb skla nahoru a reverzuje jeho pohyb. Toto platí v rozmezí 4-200 mm od horního mechanického dorazu. V tomto rozmezí je ŘJ citlivá na nárůsty odebíraného proudu. Situace aktivace pojistky byla na modelu simulována vložení 50 mm silné plastové desky k hornímu okraji rámu dveří. Sklo při zavírání a aktivaci pojistky proti sevření reverzuje z této polohy. Průběh zvedání skla, aktivace pojistky a reverzace skla je vidět na obr. 34. Celý tento proces trvá 3.657 s.



Obr. 34 Průběh při zvedání skla a vložení překážky do dráhy jeho posuvu
(C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 34 vidíme průběh zvedání skla s aktivací pojistky proti skřípnutí s následným reverzováním skla. Rozběh posuvu skla při zvedání je standardní, a byl popsán dříve v kapitole 5.3. Detailní průběhy vyhodnocení překážky a následná reverzace jsou vyobrazeny na obr. 35.



Obr. 35 Detail průběhu vyhodnocení překážky a následné reverzace
(C1-pulzy z Hallovy sondy, C2-odebíraný proud)

Na obr. 35 vidíme, že při kontaktu skla s překážkou vyvolá překážka odpor proti posuvu. Elektromotor začíná odebírat více proudu potřebného k překonání tohoto odporu. ŘJ vyhodnotí zvýšený proudový odběr jako pokus o překonání odporu proti pohybu vyvolaného vložením překážky a aktivuje pojistku proti skřípnutí. Elektromotor okamžitě reverzuje. To je zřejmé z proudové špičky, která značí rozběh elektromotoru opačným směrem, tedy začátek spouštění skla. Tento proudový nárůst má velikost 28 A. Na detailu můžeme také vidět rozdílné proudy odebírané elektromotorem při zvedání a spouštění skla. V levé části je velikost proudu asi 5 A, kdežto v pravé části obrázku je velikost odebíraného proudu asi 2,5 A. Zastavení skla po reverzaci proběhne stejně, jak bylo popsáno v kapitole 5.2, tedy s odpojením napájení elektromotoru a samovolným zastavením posouvajícího se skla.

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo teoreticky analyzovat využívané systémy posuvu skel v automobilech, detailně popsat vybraný moderní systém posuvu skel a zaměřit se na popis a výrobu laboratorního modelu vybraného moderního systému. Tyto požadavky byly splněny. K dispozici je tak laboratorní model, na kterém lze názorně demonstrovat funkce vybraného moderního systému posuvu skel. Model poslouží studentům nejen k seznámení se s konstrukcí posuvu, ale také k ověření nabytých znalostí získaných v teoretické části. Ty budou moci prověřit při vypracovávání přiložené laboratorní úlohy.

Při konstrukci modelu byly kladeny nároky na názornost. Z tohoto důvodu je model sestaven tak, aby bylo možné pozorovat co nejvíce teoreticky popisovaných částí. Měřením byly získány znalosti o závislosti odebíraného proudu a počtu otáček elektromotoru na poloze skla. Na základě těchto výsledků bylo možné porovnat různé stavy pohybu skla. Naměřené a vyhodnocené výsledky posloužily při vytváření laboratorní úlohy.

Během vypracování bakalářské práce i při výrobě modelu jsem zúročil znalosti získané v předešlém studiu. V průběhu vypracování teoretické části práce jsem také získával nové poznatky z oblasti automobilové elektroniky, především možnosti využití mikroprocesorové techniky a komunikačních sběrnic.

Seznam použité literatury

- [1] Vlk, F.: *Elektronické systémy motorových vozidel 2*, 1. vydání, vlastním nákladem, Brno 2002, ISBN: 80-238-7282-6
- [2] Vlk, F.: *Elektronická zařízení motorových vozidel*, 1. vydání, vlastním nákladem, Brno 2005, ISBN: 80-239-3718-9
- [3] *Car Windows*, Books LLC, Memphis, Tennessee, USA 2010, ISBN: 978-1-156-99209-8
- [4] Katalog náhradních dílů JIUHMEN, [online]. [cit. 17-3-2011] Dostupné z www:
<URL <http://www.allproducts.com/traffic/jiuhmen/>>
- [5] Katalog součástek firmy ATMEL: *ATA6823 Proposal for Window Lifter*, [online]. [cit. 25-3-2011] Dostupné z www:
<URL http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc4924.pdf/>
- [6] Katalog součástek firmy MICROCHIP: *Anti-Pinch Window Lift Control*, [online]. [cit. 26-3-2011] Dostupné z www:
<URL <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51604A.pdf/>>
- [7] Dilenské učební pomůcky Škoda-auto a.s.
- [8] <http://www.carmotor.cz/>: *Lin Bus Sběrnice*, [online]. [cit. 2-4-2011] Dostupné z www:
<URL <http://www.carmotor.cz/alternativa-linbus/>>
- [9] <http://www.carmotor.cz/>: *Can Bus Sběrnice*, [online]. [cit. 2-4-2011] Dostupné z www:
<URL <http://www.carmotor.cz/can-bus-sbernice/>>
- [10] <http://www.brose.com/>: *Modules and components for vehicle doors*, [online]. [cit. 4-4-2011] Dostupné z www:
<URL http://www.brose.com/ww/en/pub/products/systems_for_doors/doorsystems.htm/>

Seznam příloh

Příloha 1 Vzor laboratorní úlohy